

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Ante Liović

Zagreb, 2014.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentori:

Prof. dr. sc. Neven Pavković

Student:

Ante Liović

Zagreb, 2014.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se prof. dr. sc. Nevenu Pavkoviću što je pristao biti moj mentor, te se zahvaljujem obitelji i prijateljima bez čije pomoći i podrške ovaj završni rad nikada nebi bio napisan.

Ante Liović



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Ante Liović** Mat. br.: 0035182581

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Traktorski viličar za izmjenu sklopova na kombajnu**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Tractor mounted fork lift for combine harvester servicing**

Opis zadatka:

Za žetve različitih vrsta usjeva koriste se i različiti sklopovi na prednjem dijelu kombajna. Česte su situacije kada je potrebno brzo i efikasno zamijeniti ili postaviti te sklopove. Zbog velike težine sklopova mora se koristiti viličar ili dizalica. U ovom radu potrebno je koncipirati i konstruirati posebnu izvedbu viličara za podizanje i prihvat čije dimenzije će biti prilagođene mjestima i načinima prihvata na sklopovima kombajna. Viličar treba izvesti kao traktorski priključak, sa podesivim teleskopskim elementima, koristeći traktorsku hidrauliku kao pogon.

U radu treba:

- analizirati postojeće uređaje na tržištu, način priključka na traktor i parametre traktorskog pogona,
- koncipirati više varijanti rješenja, usporediti ih i vrednovanjem odabrati najpovoljnije,
- odabrano projektno rješenje uređaja razraditi s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova,
- izraditi računalni model uređaja i tehničku dokumentaciju u 3D CAD sustavu.

Pri konstrukcijskoj razradi obratiti pozornost na tehnologično oblikovanje dijelova. Analizirati kritična mjesta. Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada.


U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
11. studenog 2013.


Rok predaje rada:
1. rok: 21. veljače 2014.
2. rok: 12. rujna 2014.

Predvideni datumi obrane:
1. rok: 3., 4. i 5. ožujka 2014.
2. rok: 22., 23. i 24. rujna 2014.

Zadatak zadao:


Prof. dr. sc. Neven Pavković

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Igor Balen

SAŽETAK

Tema ovog završnog rada je "Traktorski viličar za izmjenu sklopova na kombajnu". Tema je obrađena od ideje do tehničke dokumentacije. To znači da ovaj rad sadrži analizu tržišta i potreba kupaca, nekoliko koncepata mogućeg rješenja i detaljnu razradu odabranog koncepta za koji je proveden odgovarajući proračun. Izrađeni su model uređaja i tehnička dokumentacija u 3D CAD sustavu.

Ključne riječi: traktorski viličar; kombajn; hidraulika; stabilnost

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
SADRŽAJ	II
POPIS SLIKA	III
POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	IV
POPIS OZNAKA	V
1. UVOD.....	1
2. TRAKTORI.....	2
3. KONCIPIRANJE.....	5
3.1. Određivanje zahtjeva - potrebe kupaca.....	5
3.2. Analiza tržišta	5
3.3. Određivanje ciljanih karakteristika	5
3.4. Funkcijska struktura	6
3.5. Morfološka matrica	7
3.6. Koncepti	8
3.6.1. Koncept 1	8
3.6.2. Koncept 2	9
4. PRORAČUN	11
4.1. Određivanje opterećenja	11
4.2. Proračun čvrstoće prihvatnih mjesta	12
4.2.1. Čvrstoća prihvatnih cijevi	13
4.2.2. Čvrstoća poluge	14
4.2.3. Čvrstoća prihvatnih limova	14
4.3. Proračun zavora poluge na klizač.....	15
4.4. Proračun zavora poprečne grede G2 na vertikalnu vodilicu V2	17
4.5. Proračun zavora lima L1 na vodilicu V1	17
4.6. Proračun zavora limova za spoj grede G2 i cilindra C1	18
4.7. Proračun zavora limova za spoj grede G1 na centralni svornjak	18
4.8. Proračun zavora glavine centralnog svornjaka.....	19
4.9. Proračun zavora limova na centralni svornjak	20
4.10. Proračun svornjaka S1	20
4.11. Proračun naprezanja i progiba grede G2.....	22
4.12. Proračun i odabir cilindra C1	22
4.13. Nosivi trokut za spajanje s traktorom	24
4.14. Proračun stabilnosti traktora	24
SKLAPANJE URĐAJA.....	26
ZAKLJUČAK	30
LITERATURA.....	31
PRILOZI.....	32

POPIS SLIKA

Slika 1.	Komponente trozglobne poteznice	3
Slika 2.	Izgled stražnjeg kraja traktora	4
Slika 3.	Funkcijska struktura	6
Slika 4.	Morfološka matrica	7
Slika 5.	Koncept 1	8
Slika 6.	Koncept 2	9
Slika 7.	Položaj uvlačnog kanala na viličaru	11
Slika 8.	Tijelo oslobođeno veza.....	11
Slika 9.	Nacrt kanala s označenim mjestima prihvata	12
Slika 10.	Sila na cijev	13
Slika 11.	Prihvatni lim	14
Slika 12.	Prikaz sila na polugu	Slika 13. Pojednostavljeni prikaz zavora
Slika 14.	Prikaz sila na zavar	Slika 15. Pojednostavljeni prikaz zavora
Slika 16.	Pojednostavljeni prikaz zavora	17
Slika 17.	Prikaz sile na limove	Slika 18. Pojednostavljeni prikaz zavora
Slika 19.	Sila na centralni svornjak	19
Slika 20.	Prikaz zavora limova na svornjak.....	20
Slika 21.	Sila na svornjak	20
Slika 22.	Proračunski model grede	22
Slika 23.	Katalog standardnih cilindara.....	23
Slika 24.	Prikaz modela za proračun stabilnosti	24
Slika 25.	Nosivi trokut.....	26
Slika 26.	Spoj nosivog trokuta i grede G1	27
Slika 27.	Detalj spoja.....	27
Slika 28.	Sklop s dodanim klizačima i pripadnim cilindrima.....	27
Slika 29.	Sklop s montiranom gredom G2	28
Slika 30.	Sklop s dodanim klizačima i pripadnim cilindrima na gredu G2.....	28
Slika 31.	Prikaz sklopa s dodanim tzv. stabilizatorom	28
Slika 32.	Prikaz sklopa i uvlačnog kanala na njemu - bokocrt.....	29
Slika 33.	Prikaz sklopa i uvlačnog kanala na njemu - izometrija.....	29

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

BROJ CRTEŽA	Naziv iz sastavnice
2013/14_01_SKL1	Sklop
2013/14_01_NT1	Nosivi trokut NT1
2013/14_01_NG1	Nosiva greda NG1
2013/14_01_NG2	Nosiva greda NG2
2013/14_01_PG1	Pločica grede PG1
2013/14_01_PG2	Pločica grede PG2
2013/14_01_P1	Poluga P1
2013/14_01_S2	Svornjak S2

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
A_C	mm^2	površina poprečnog presjeka cijevi
A_L	mm^2	površina kritičnog presjeka prihvatnog lima
A_{IIzav1}	mm^2	površina poprečnog presjeka zavora
A_{IIzav2}	mm^2	površina poprečnog presjeka zavora
A_{IIzav3}	mm^2	površina poprečnog presjeka zavora
A_p	mm^2	površina kritičnog presjeka poluge
A_{sv}	mm^2	površina dodira između svornjaka i glavine
A_{su}	mm^2	površina dodira između dva svornjaka
A_{zav}	mm^2	površina poprečnog presjeka zavora
A_{zavg}	mm^2	površina poprečnog presjeka zavora
A_{zavs}	mm^2	površina poprečnog presjeka zavora
A_{zavu}	mm^2	površina poprečnog presjeka zavora
B	mm	promjer cilindra
B	kg	masa balasta
D	mm	vanjski promjer cijevi
d	mm	unutarnji promjer cijevi
d_{sv}	mm	promjer svornjaka
E	N/mm^2	modul elastičnosti
e_1	mm	najveća udaljenost presjeka od promatrane osi
e_2	mm	najveća udaljenost presjeka od promatrane osi
F_{ah}	N	horizontalna komponenta sile
F_{av}	N	vertikalna komponenta sile
F_b	N	sila reakcije na prihvatne limove
F_{CIL}	N	sila u cilindru
F_h	N	sile u horizontalnom smjeru
F_v	N	sile u vertikalnom smjeru
F_{vg}	N	vlačna sila na prihvatni lim
F_{vs}	N	vlačna sila u svornjaku
F_p	kg	masa na prednjoj osovini
$F_{p,\%}$	%	postotak ukupne mase na prednjoj osovini
f	mm	progib grede
G	N	težina uvlačnog kanala
g	m/s^2	gravitacijska konstanta
I_g	mm^4	moment tromosti grede
I_{zav1}	mm^4	moment tromosti

I_{zav2}	mm^4	moment tromosti
l_1	mm	pola širine poluge
l_2	mm	širina poluge
l_3	mm	krak sile
l_4	mm	krak sile
l_g	mm	duljina grede
l_{kr}	mm	duljina kritičnog presjeka poluge
M_A	Nm	moment oko točke A
M_{max}	Nm	maksimalni moment savijanja
M_s	Nm	moment oko točke S
m_k	kg	masa uvlačnog kanala
p	N/mm^2	radni tlak u cilindra
p_1	N/mm^2	površinski tlak između cijevi i poluge
p_{dop}	N/mm^2	dopušteni površinski tlak
p_u	N/mm^2	tlak između dva svornjaka
p_v	N/mm^2	tlak između svornjaka i glavine
P	kg	masa prednje osovine
R	N	rezultantna sila na poluge
R	mm	promjer stapa cilindra
R_e	N/mm^2	granica tečenja materijala
W_g	mm^3	moment otpora grede
W_y	mm^3	moment otpora cijevi
W_{zav1}	mm^3	moment otpora zavora 1
W_{zav2}	mm^3	moment otpora zavora 2
Z	kg	masa stražnje osovine
τ_c	N/mm^2	smično naprezanje cijevi
τ_p	N/mm^2	smično naprezanje poluge
τ_{IIzav1}	N/mm^2	smično naprezanje zavora 1
τ_{IIzav2}	N/mm^2	smično naprezanje zavora 2
σ_{f1}	N/mm^2	savojno naprezanje
σ_{fzav1}	N/mm^2	savojno naprezanje zavora 1
σ_{fzav2}	N/mm^2	savojno naprezanje zavora 2
σ_{max}	N/mm^2	maksimalno naprezanje grede G2
σ_{red1}	N/mm^2	reducirano naprezanje zavora 1
σ_{vg}	N/mm^2	normalno naprezanje prihvatnog lima
σ_{zav}	N/mm^2	tlačno naprezanje zavora
σ_{zavu}	N/mm^2	tlačno naprezanje zavora
σ_{zavL1}	N/mm^2	vlačno naprezanje zavora
σ_{zavL2}	N/mm^2	naprezanje zavora

1. UVOD

Današnje gospodarstvo sastoji se od tri osnovne djelatnosti, to su:

- a) primarne: poljoprivreda, stočarstvo, ribarstvo i šumarstvo.
- b) sekundarne: industrija, građevinarstvo, rudarstvo, energetika, brodogradnja i proizvodno obrtništvo.
- c) tercijarne: trgovina, promet, ugostiteljstvo, bankarstvo i turizam.

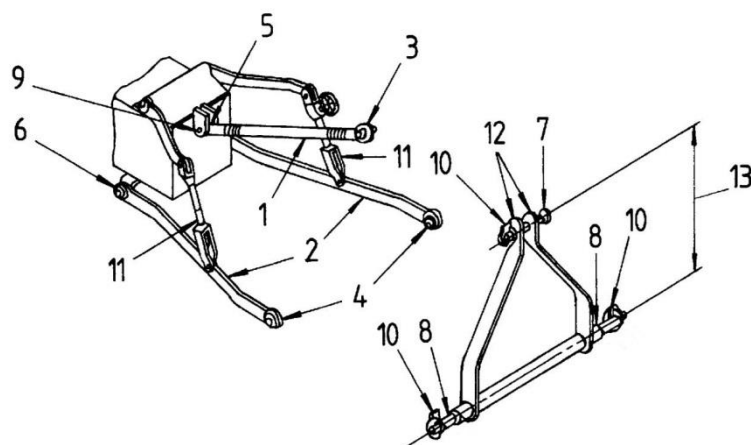
Od gore navedenih djelatnosti, najvažnija je poljoprivreda koja je sustavni proces proizvodnje tvari za čovjekovu prehranu. Poljoprivreda se danas može podijeliti na stočarstvo i ratarstvo. Stočarstvom se ljudi bave već tisućama godina, a ono podrazumjeva uzgoj stoke u svrhu proizvodnje hrane za ljudsku prehranu i u svrhu dobivanja raznih sirovina, kao što su koža i vuna za daljnju preradu. Ratarstvo je grana poljoprivrede koja se bavi uzgojem biljaka, a značaj ratarstva je u tome što su proizvodi ratarstva osnova u prehrani ljudi i stoke.

Obrada zemlje iznimno je težak proces za ljude, pa se od davnina koriste različite vrste alata i pogonskih strojeva kako bi olakšali čovjeku posao. Prije manje od sto godina, žito se ručno kosilo što je bilo naporno i sporo, ali je bilo kruna cjelogodišnjega rada i davalo je težacima sigurnost da neće biti gladni do sljedeće žetve. Danas, žetva se obavlja visokoučinkovitim strojevima - kombajnima koji uz pomoć elektroničkih računala gotovo bez utjecaja čovjeka obavljaju žetvu. Moderni kombajni imaju radne zahvate i do 12m, i vlastite mase od nekoliko desetaka tona. Iako se tijekom vršidbe svi radni parametri podešavaju putem elektronike, ipak je za različite kulture potrebno izvršiti zamjenu i prilagodnu nekih komponenata za što je potrebna ljudska snaga. Kako su mase pojedinih komponenata uvelike prerasle fizičke sposobnosti čovjeka, tako su i nastale potrebe za različitim alatima i napravama koje će omogućiti čovjeku obavljanje potrebnih radnji. Najteži sklop koji je potrebno ukloniti prilikom prilagodbe kombajna za drugu kulturu naziva se uvlačni kanal i njegova masa je preko 500 kilograma što znači da ga čovjek vlastitom snagom nikako ne može ukloniti. Sam kanal je moguće ukloniti na nekoliko načina, no praksa je pokazala da je najpogodniji način za skidanje uporaba posebno konstruirane vrste traktorskog viličara čija će konstrukcija biti obrađena u ovom radu.

2. TRAKTORI

Traktor predstavlja najvažniji stroj u poljoprivredi namijenjen za vuču i pogon radnih strojeva i oruđa. Priključke manjih dimenzija i masa moguće je nositi na traktoru, dok se veći strojevi i priključci vuku. Vučeni priključci na traktor se spajaju uporabom vučnog uređaja koji je sastavni dio traktora konstruiran za ostvarivanje mehaničke veze između traktora i vučenog vozila. Vučni uređaj je poteznica na koju se vučena vozila priključuju najčešće u jednoj točki. Spajanjem vučenog vozila na traktor između vučnog uređaja - poteznice i tzv. ruda koje je dio vučenog vozila onemogućuju se pomaci ruda u odnosu na poteznicu dok pri tome rotacije oko sve tri osi ostaju samo djelomično ograničene. Ovakvim načinom spajanja ostvarena je zglobna veza između traktora i vučenog vozila što znači da geometrija cijelog vozila nije fiksno definirana. Prilikom nošenja priključaka, potrebno je fiksno definirati geometriju vozila kako prilikom transporta i manipulacije ne bi došlo do slobodnog gibanja nošenog priključka što u ekstremnim slučajima može uzrokovati gubitak stabilnosti vozila i gubitak nadzora nad vozilom što može rezultirati materijalnom štetom i ljudskim žrtvama. Zbog svega navedenog za nošenje priključaka upotrebljava se trozglobna poteznica standardizirana prema ISO 730. Spajanjem tijela u tri točke, potpuno je definirana geometrija vozila i djelomično ili u potpunosti su ograničeni slobodni pomaci nošenog priključka.

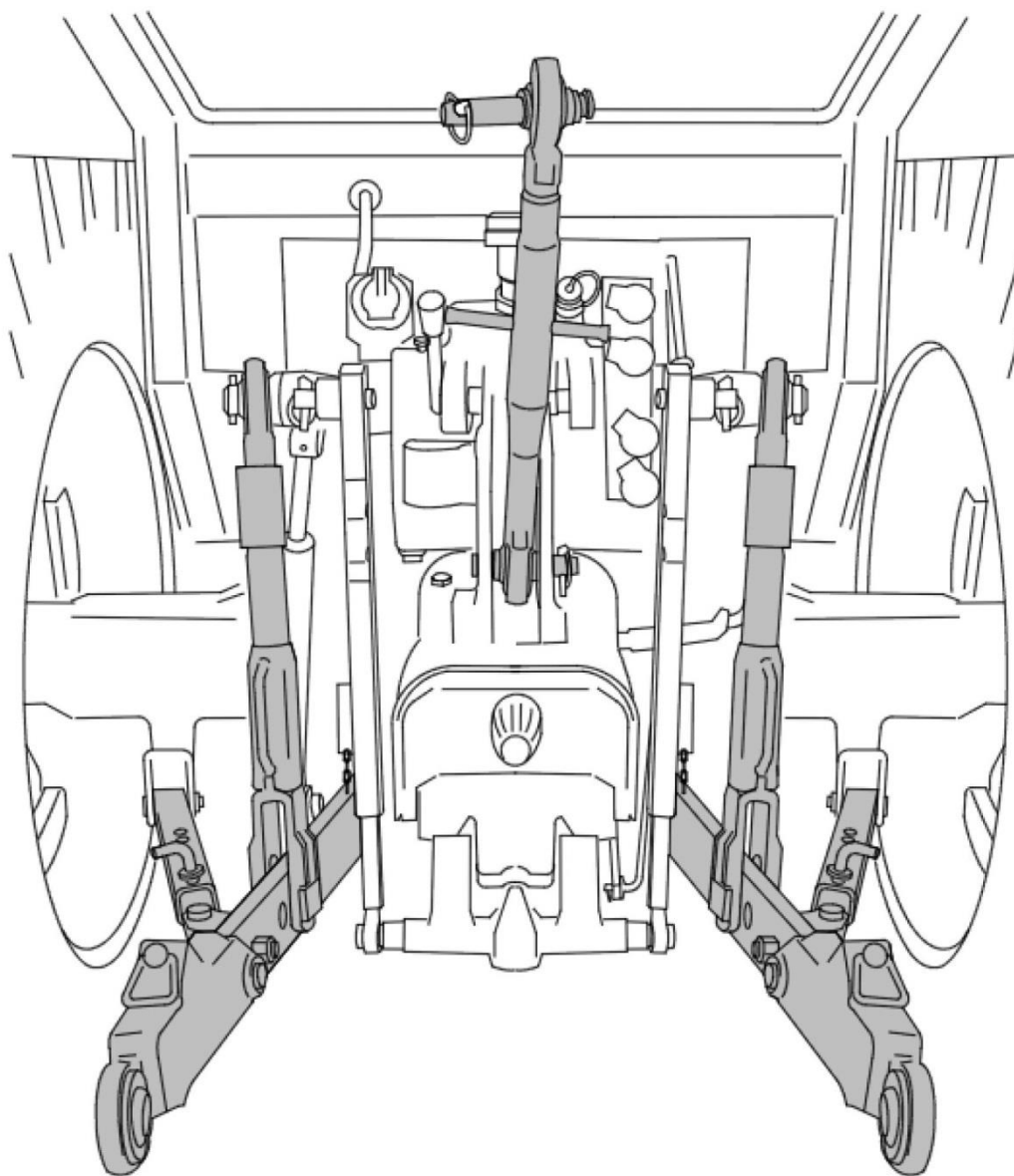
Specifičnost traktora koja mu osigurava široku primjenu i obavljanje različitih poslova je ta da je osim gibanja s traktora na priključak moguće prenositi i snagu. Prijenos snage vrši se putem priključnog vratila za oduzimanje snage (eng. PTO - power take-off) čiji oblik i svojstva definira norma ISO 500-3 ili putem hidraulike. Priključnim vratilom se izravno prenosi rotacijsko gibanje s radilice pogonskog motora na radni stroj. Hidraulika se upotrebljava najčešće za pogon hidrauličkih cilindara koji vrše translaciju, no moguće je i pokretanje hidromotora koji daju rotacijsko gibanje na izlaznom vratilu.



Slika 1. Komponente trozglobne poteznice

Prema Slika 1 dijelovi trozglobne poteznice su:

1. Gornja poluga: element gornje veze, opremljen zglobnim vezama na oba kraja
2. Donje poluge: element donje veze, opremljeni zglobnim vezama na oba kraja
3. Priključna točka gornje poluge: zglobna veza između gornje poluge i priključka
4. Priključne točke donjih poluga: zglobne veze između donje poluge i priključka
5. Točka spoja gornje poluge: zglobna veza između gornje poluge i traktora
6. Točke spoja donjih poluga: zglobne veze između donjih poluga i traktora
7. Spojni član gornje veze: svornjak - klin, obično odvojiv i čini vezu između gornje poluge i priključka
8. Spojni član donje veze: svornjak - klin, obično dio priključka i čini vezu između priključka i donjih poluga
9. Spojni član gornje poluge: svornjak - klin, obično odvojiv i čini vezu između gornje poluge i traktora
10. Osigurač: obično vrsta svornjaka s opružnim djelovanjem koji sprječava nenamjerno rastavljanje veze između poluge i priključka
11. Spojne šipke: veze koje prenose sile za podizanje na donje poluge
12. Mjesto gornjeg spoja: dio priključka s elementima koji omogućuju ostvarivanje gornje veze
13. Visina mjesta gornjeg spoja: vertikalna udaljenost između gornje točke spoja i pravca kroz donje točke spoja



Slika 2. Izgled stražnjeg kraja traktora

Na Sliku 2 prikazan je izgled stražnjeg kraja traktora. Zatamnjene komponente su dijelovi pomoću kojih se ostvaruje trozglobna veza između traktora i priključka.

3. KONCIPIRANJE

Koncipiranje je faza u razvoju novog proizvoda gdje je naglasak na prikupljanju potrebnih informacija o proizvodu koji se razvija, njihovom vrednovanju i odlučivanju na temelju vrednovanja. Faza koncipiranja sastoji se od prepoznavanja potreba kupaca, analize sličnih proizvoda, definiranja konačne specifikacije proizvoda, testiranja koncepata, izrade ekonomske analize, te izrade plana razvojnih aktivnosti.

3.1. Određivanje zahtjeva - potrebe kupaca

Ovaj je proizvod prvenstveno namjenjen ovlaštenim servisima koji se bave servisom i održavanjem kombajna. U suradnji sa jednim ovlaštenim servisom kroz razgovor sa serviserima koji će koristiti ovaj proizvod definirane su sljedeće potrebe i zahtjevi:

- što manja masa i dimenzije proizvoda
- što jednostavnija uporaba
- jednostavna montaža i demontaža na traktor
- pouzdanost zbog velike štete koja može nastati zbog lošeg proizvoda
- mogućnost primjene jednog proizvoda na svim uvlačnim kanalima

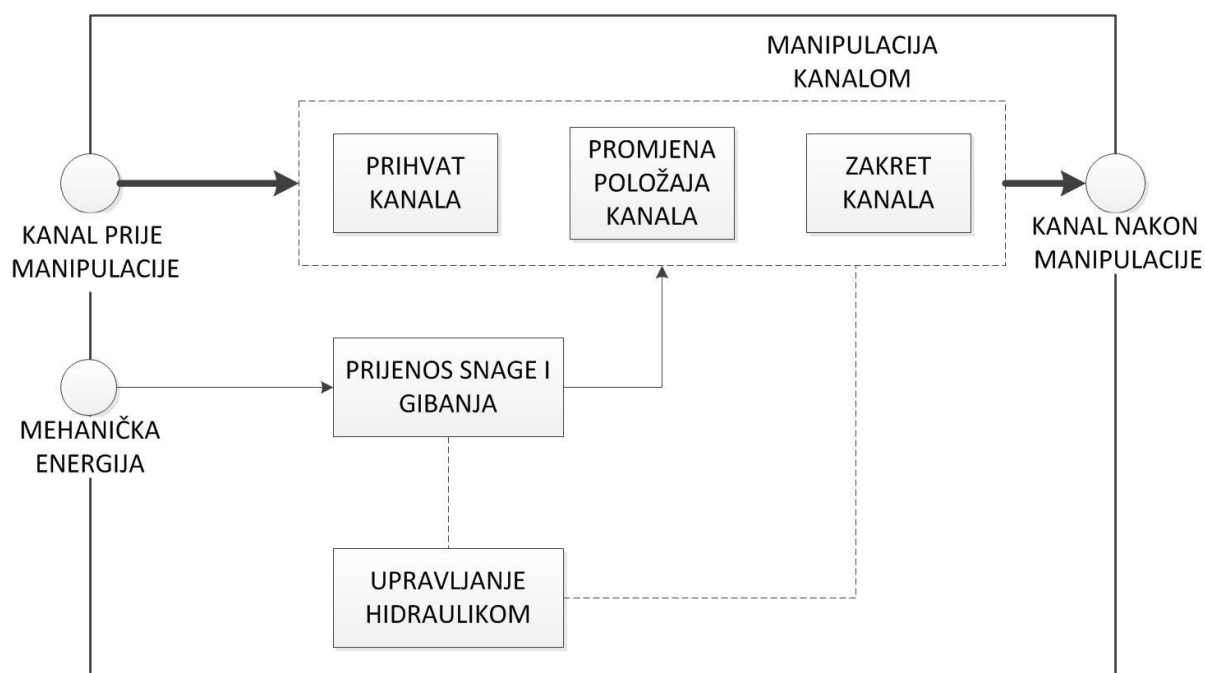
3.2. Analiza tržišta

Analizom tržišta nisu pronađeni slični proizvodi što znači jednostavniji razvoj zbog ne postojanja opasnosti od eventualne povrede patentnih prava.

3.3. Određivanje ciljanih karakteristika

- prihvat kanala širine između 1300mm i 1600mm, te visine ulaza između 700mm i 900mm
- nosivost 800kg
- upravljanje putem hidraulike ili ručno
- mogućnost zakreta oko uzdužne osi min $\pm 5^\circ$

3.4. Funkcijska struktura



Slika 3. Funkcijska struktura

3.5. Morfološka matrica

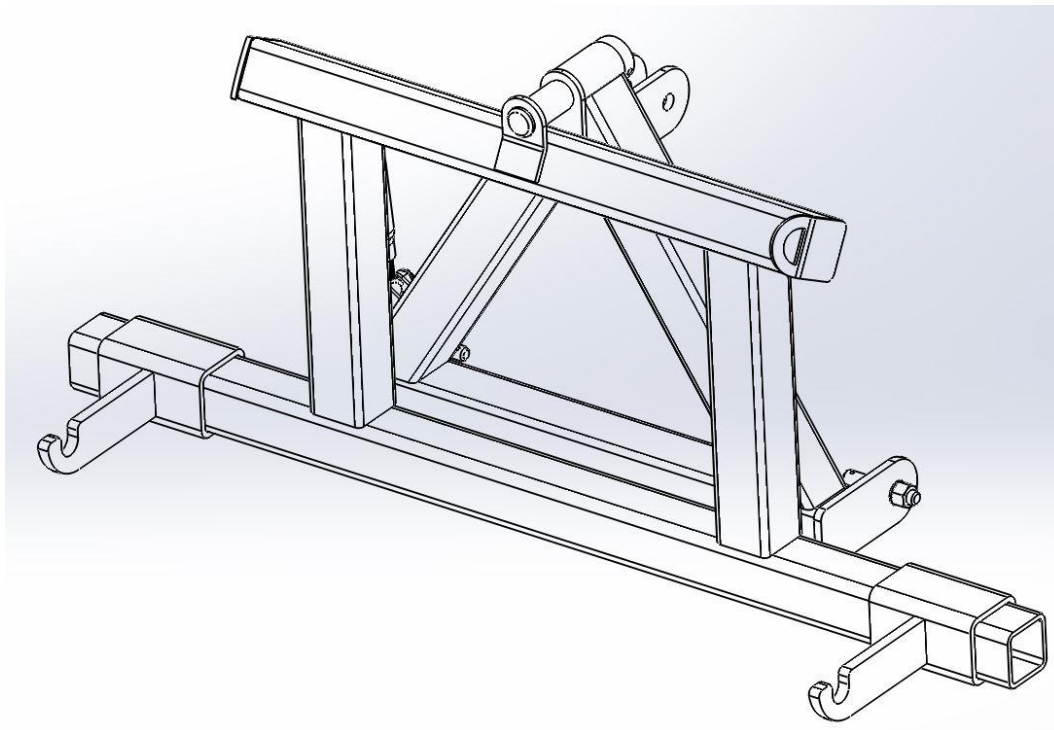
PRIHVAT KANALA	OBLIKOM 	TRENJEM 	VIJCIMA 
PROMJENA POLOŽAJA KANALA	VRETENOM 	HIDRAULIKOM 	
ZAKRET KANALA	VRETENOM 	HIDRAULIKOM 	
PRIJENOS SNAGE I GIBANJA	HIDRAULIČNI 	ZUBNOM LETVOM 	
UPRAVLJANJE HIDRAULIKOM	MEHANIČKI 	ELEKTRONIČKI 	

Slika 4. Morfološka matrica

Temeljem morfološke matrice generirano je 2 koncepta.

3.6. Koncepti

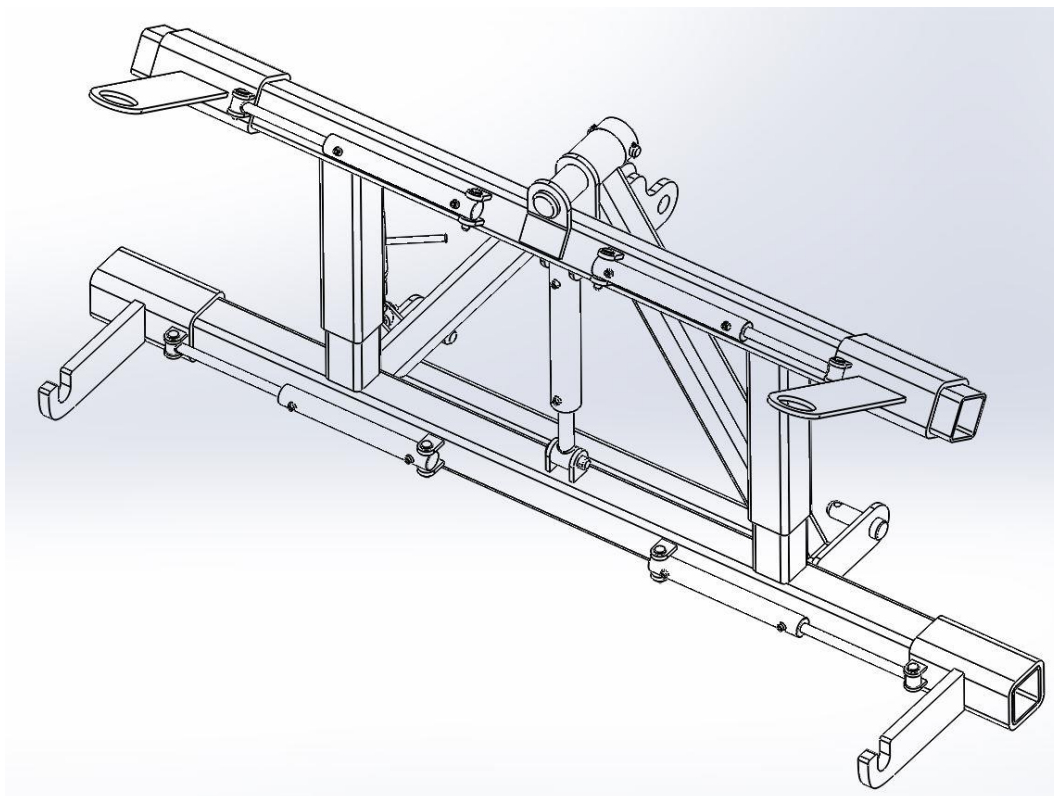
3.6.1. Koncept 1



Slika 5. Koncept 1

Koncept 1 je zamišljen tako da se sastoji od nosivog trokuta koji se priključuje na traktor pomoću standardne veze u tri točke. Na nosivi trokut je zglobno vezana konstrukcija koja se može zakretati oko uzdužne osi traktora. Priključenje uvlačnog kanala izvodi se tako se traktor i ova naprava pozicioniraju u odgovarajući položaj, zatim se ručno namjesti razmak poluga kako bi odgovarao dimenzijama kanala. Nakon namještanja poluga i oslanjanja kanala na njih potrebno je odgovarajućim lancima vezati gornji dio kanala na za to predviđena mjesta na samoj napravi čime je kanal prihvaćen na napravu i spreman je za daljnju manipulaciju.

3.6.2. Koncept 2



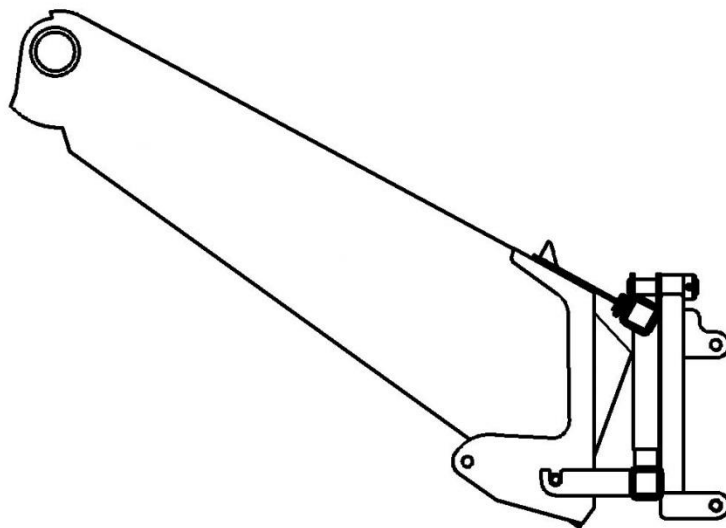
Slika 6. Koncept 2

Koncept 2 sastoji se od nosivog trokuta na koji je vezana konstrukcija za prihvat kanala koja se može zakretati oko uzdužne osi traktora. Prihvat kanala zamišljen je tako da se kanal zgloбно oslanja na poluge dok se za sprječavanje rotacije kanala koriste prihvatni limovi na gornjem dijelu ove naprave. Prilagodba za različite dimenzije kanala vrši se putem hidraulike s traktora tako što se poluge i prihvatni limovi nalaze na klizačima koji se pokreću hidrauličkim cilindrima. Prihvat kanala se vrši tako da operator pozicionira traktor i ovu napravu u odgovarajući položaj, namjesti razmak poluga i prihvatnih limova te putem centralno smještenog hidrauličkog cilindra "zaključa" kanal između ove 4 točke. Nakon što je kanal prihvaćen potrebno je uređaj osigurati od slučajnog otključavanja zatvaranjem sigurnosnih ventila na samoj napravi ili blokiranjem ručica/prekidača na samom traktoru ovisno o njegovim mogućnostima.

Za daljnju razradu odabran je koncept 2 koji je unatoč složenijoj konstrukciji bolji je u odnosu na koncept 1 zbog toga što je za uporabu potreban samo jedan operater koji iz kabine traktora putem hidraulike može podešavati sve parametre i sam izvršiti prihvat kanala. Za prihvat kanala kod koncepta 1 potrebno je dva operatera, jedan koji će upravljati traktorom i drugi koji će tijekom pozicioniranja traktora dovoditi klizače s polugama u odgovarajući položaj. Nakon pozicioniranja traktora i prihvata kanala na poluge naprave za uklanjanje istoga, potrebno je vezati lance na odgovarajuća mjesta na samom kanalu pri čemu se zbog visine kanala operateri moraju služiti ljestvama ili se popeti na nešto što je opasno i ima negativan utjecaj na sigurnost operatera.

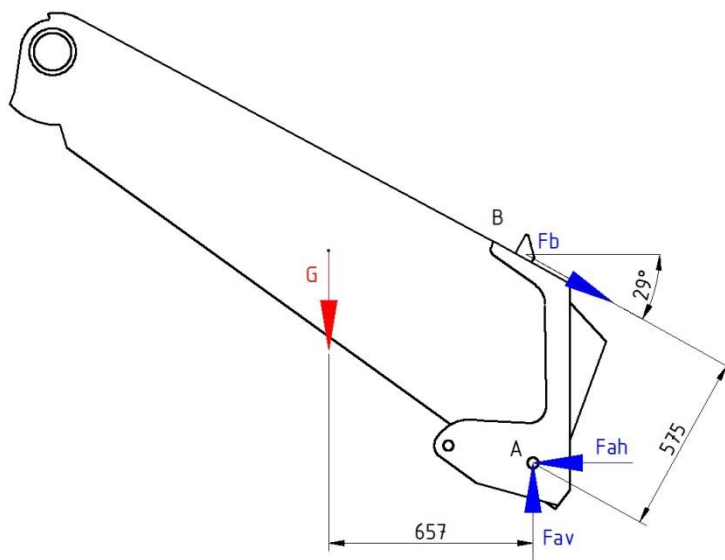
4. PRORAČUN

4.1. Određivanje opterećenja



Slika 7. Položaj uvlačnog kanala na viličaru

Oslobađanjem tijela veza, moguće je izračunati sile koje djeluju na viličar.



Slika 8. Tijelo oslobođeno veza

Težina kanala:

$$G = m_k \cdot g \quad (1)$$

$$m_k = 800 \text{ kg} \quad (2)$$

$$G \approx 8000 \text{ N} \quad (3)$$

Sile koje djeluju na viličar:

$$\sum M_A = 0 \quad (4)$$

$$G \cdot 657 - F_b \cdot 575 = 0 \quad (5)$$

$$F_b \approx 9200 \text{ N} \quad (6)$$

$$\sum F_v = 0 \quad (7)$$

$$G - F_{av} + F_b \cdot \sin 29 = 0 \quad (8)$$

$$F_{av} \approx 12500 \text{ N} \quad (9)$$

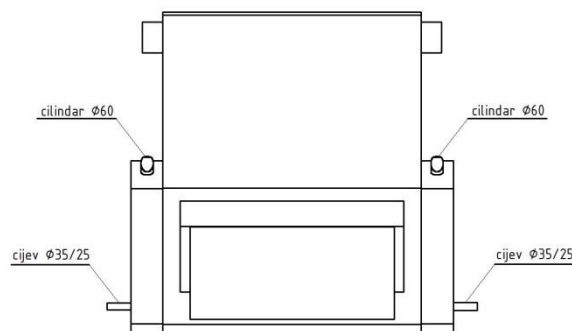
$$\sum F_h = 0 \quad (10)$$

$$F_{ah} - F_b \cdot \cos 29 = 0 \quad (11)$$

$$F_{ah} \approx 8050 \text{ N} \quad (12)$$

4.2. Proračun čvrstoće prihvatnih mjesta

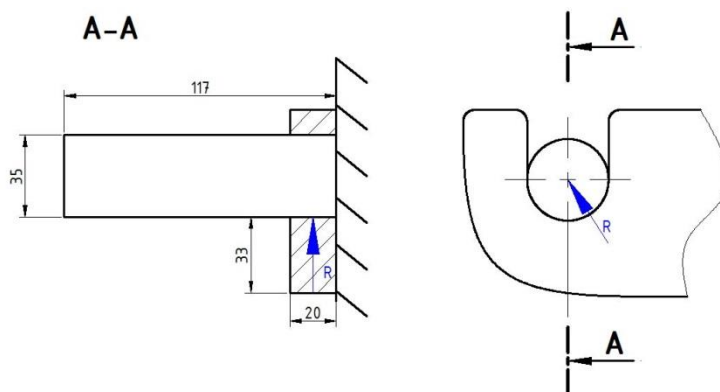
Prihvat kanala se vrši preko poluga na koje u za to predviđene utore ulaze cijevi koje konzolno izlaze iz tijela kanala u donjem dijelu kanala i preko dvije cilindrične izbočine na gornjem dijelu kanala.



Slika 9. Nacrt kanala s označenim mjestima prihvata

4.2.1. Čvrstoća prihvatnih cijevi

Sila koja djeluje na cijev $\phi 35/25$ jednaka je polovini resultantne sile reakcija F_{av} i F_{ah} .



Slika 10. Sila na cijev

$$R = 0,5 \cdot \sqrt{F_{ah}^2 + F_{av}^2} \quad (13)$$

$$R = 0,5 \cdot \sqrt{F_{ah}^2 + F_{av}^2} \quad (14)$$

$$R \approx 7500 \text{ N} \quad (15)$$

Savijanje

$$\sigma_{fl} = \frac{R \cdot l_1}{W_y} \quad (16)$$

$$W_y = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{D^4 - d^4}{D} \quad (17)$$

$$W_y = 3113,54 \text{ mm}^3 \quad (18)$$

$$l_1 = 10 \text{ mm} \quad (19)$$

$$\sigma_{fl} = 24,09 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{dop} = 40 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (20)$$

Površinski tlak između cijevi i poluge

$$p_1 = \frac{R}{l_2 \cdot D} \quad (21)$$

$$l_2 = 20 \text{ mm} \quad (22)$$

$$p_1 = 10,71 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq p_{dop} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (23)$$

Odrez

$$\tau_c = \frac{R}{A_c} \quad (24)$$

$$A_c = \frac{D^2 \pi}{4} - \frac{d^2 \pi}{4} \quad (25)$$

$$A_c = 471,24 \text{ mm}^2 \quad (26)$$

$$\tau_c = 15,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_{\text{dop}} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (27)$$

4.2.2. Čvrstoća poluge

Prema Slika 10 kritični presjek poluge je A-A.

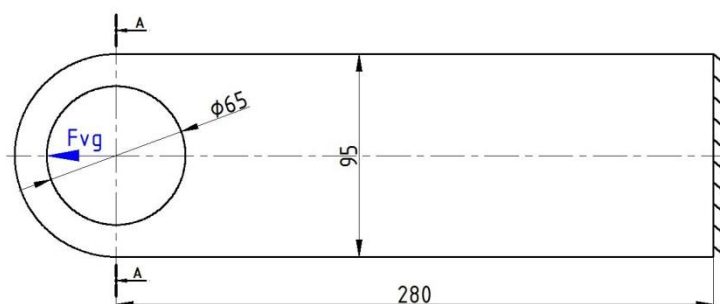
$$\tau = \frac{0,5 \cdot F_{\text{av}}}{A_p} \quad (28)$$

$$A_p = l_2 \cdot l_{\text{kr}} \quad (29)$$

$$A_p = 660 \text{ mm}^2 \quad (30)$$

$$\tau_p = 9,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_{\text{dop}} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (31)$$

4.2.3. Čvrstoća prihvatnih limova



Slika 11. Prihvatni lim

Potrebno je izvršiti kontrolu čvrstoće na kritičnom presjeku A-A.

$$A_L = 2 \cdot 15 \cdot 8 = 240 \text{ mm}^2 \quad (32)$$

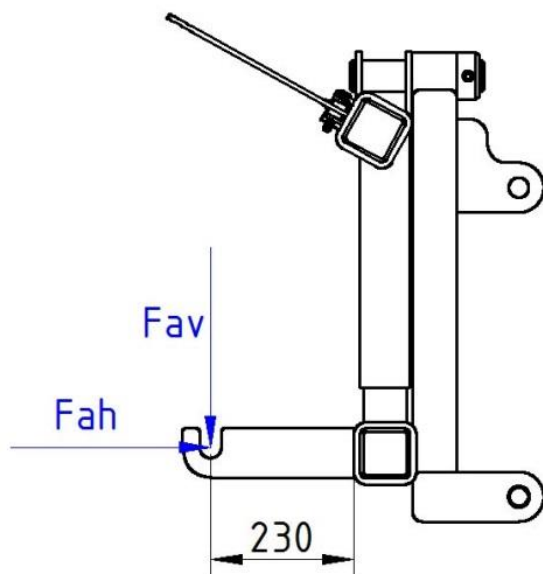
$$F_{\text{VG}} = 0,5 \cdot F_B \quad (33)$$

$$F_{\text{VG}} = 4600 \text{ N} \quad (34)$$

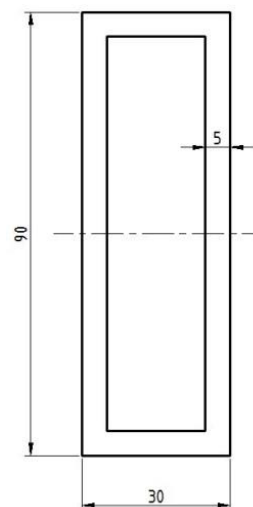
$$\sigma_{VG} = \frac{F_{VG}}{A_L} \quad (35)$$

$$\sigma_{VG} = 19,17 \frac{N}{mm^2} < R_e = 235 \frac{N}{mm^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (36)$$

4.3. Proračun zavora poluge na klizač



Slika 12. Prikaz sila na polugu



Slika 13. Pojednostavljeni prikaz zavora

Prema tehničkim propisima uzima se da je smično naprezanje jednoliko raspoređeno po presjeku zavora i da ga preuzimaju samo zavari paralelni sa smjerom djelovanja smične sile [5].

Smično naprezanje zavora

$$\tau_{IIzav1} = \frac{0,5 \cdot F_{av}}{A_{IIzav1}} \quad (37)$$

$$A_{IIzav1} = 2 \cdot 90 \cdot 5 = 900 mm^2 \quad (38)$$

$$\tau_{IIzav1} = 6,94 \frac{N}{mm^2} \quad (39)$$

Tlačno naprezanje zavora

$$\sigma_{zav} = \frac{0,5 \cdot F_{ah}}{A_{zav}} \quad (40)$$

$$A_{zav} = 90 \cdot 30 - 80 \cdot 20 = 1100 \text{ mm}^2 \quad (41)$$

$$\sigma_{zav} = 3,66 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (42)$$

Svojno naprezanje zavora

$$\sigma_{fzav1} = \frac{0,5 \cdot F_{av} \cdot l_3}{W_{zav1}} \quad (43)$$

$$l_3 = 230 \text{ mm} \quad (44)$$

$$W_{zav1} = \frac{I_{zav1}}{e_1} \quad (45)$$

$$I_{zav1} = \frac{30 \cdot 90^3}{12} - \frac{20 \cdot 80^3}{12} = 969167 \text{ mm}^4 \quad (46)$$

$$e_1 = \frac{90}{2} = 45 \text{ mm} \quad (47)$$

$$W_{zav1} = 21537 \text{ mm}^3 \quad (48)$$

$$\sigma_{fzav1} = 66,75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (49)$$

Reducirano naprezanje

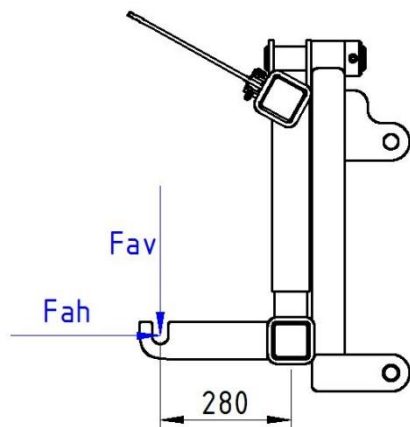
$$\sigma_{red1} = \sqrt{\sigma_{zav}^2 + 3\tau_{fzav1}^2} \quad (50)$$

$$\sigma_{red1} = \sigma_{zav} + \sigma_{fzav1} \quad (51)$$

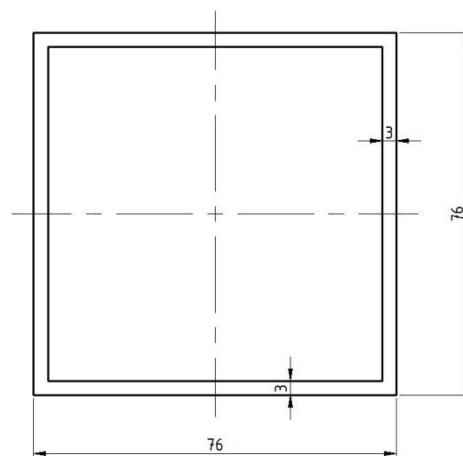
$$\sigma_{red1} = 67,82 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (52)$$

$$\sigma_{red1} = 67,82 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{dop} = 270 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (53)$$

4.4. Proračun zavora poprečne grede G2 na vertikalnu vodilicu V2



Slika 14. Prikaz sila na zavar



Slika 15. Pojednostavljeni prikaz zavora

Zavar grede G2 i vodilice V1 opterećen je samo savojno.

$$\sigma_{fzav2} = \frac{0,5 \cdot F_{av} \cdot l_4}{W_{zav2}} \quad (54)$$

$$l_4 = 280 \text{ mm} \quad (55)$$

$$W_{zav2} = \frac{I_{zav2}}{e_2} \quad (56)$$

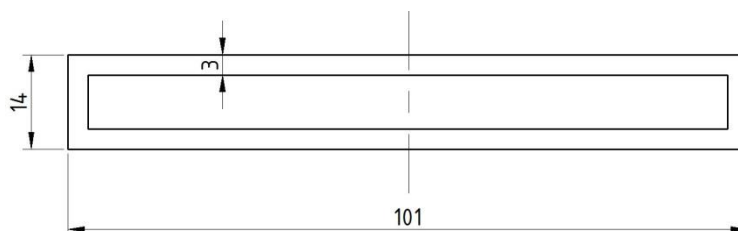
$$I_{zav2} = \frac{76 \cdot 76^3}{12} - \frac{70 \cdot 70^3}{12} = 779348 \text{ mm}^4 \quad (57)$$

$$e_2 = \frac{70}{2} + 3 = 38 \text{ mm} \quad (58)$$

$$W_{zav2} = 20509 \text{ mm}^3 \quad (59)$$

$$\sigma_{fzav2} = 85,33 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{dop} = 270 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (60)$$

4.5. Proračun zavora lima L1 na vodilicu V1



Slika 16. Pojednostavljeni prikaz zavora

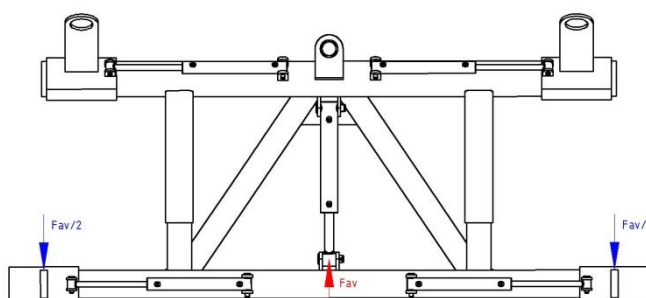
Prema Sliku 11. zavar je opterećen samo vlačnom silom.

$$\sigma_{\text{zavL1}} = \frac{F_{\text{VG}}}{A_{\text{zavg}}} \quad (61)$$

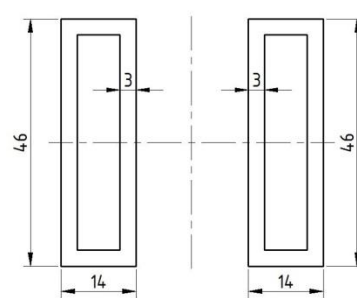
$$A_{\text{zavg}} = 101 \cdot 14 - 95 \cdot 8 = 654 \text{ mm}^2 \quad (62)$$

$$\sigma_{\text{zavL1}} = 7,03 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 270 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (63)$$

4.6. Proračun zavora limova za spoj grede G2 i cilindra C1



Slika 17. Prikaz sile na limove



Slika 18. Pojednostavljeni prikaz zavora

$$\sigma_{\text{zavu}} = \frac{F_{\text{AV}}}{A_{\text{zavu}}} \quad (64)$$

$$A_{\text{zavu}} = 2 \cdot (46 \cdot 14 - 40 \cdot 8) = 648 \text{ mm}^2 \quad (65)$$

$$\sigma_{\text{zavu}} = 19,29 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 270 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (66)$$

4.7. Proračun zavora limova za spoj grede G1 na centralni svornjak

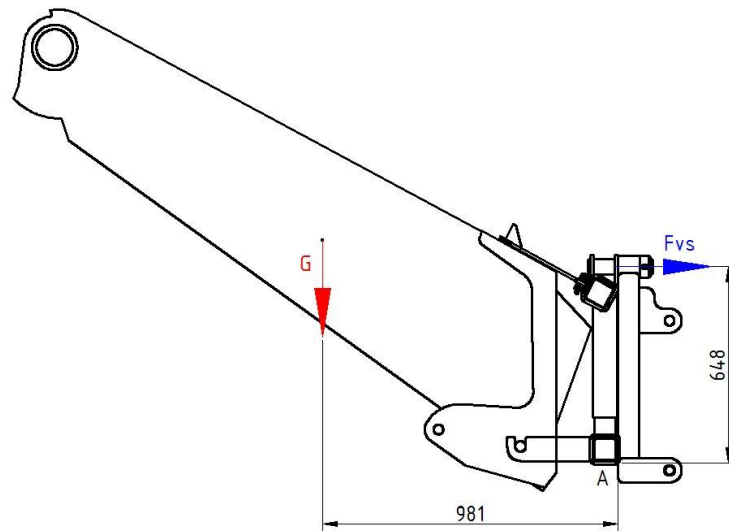
Prema tehničkim propisima uzima se da je smično naprezanje jednoliko raspoređeno po presjeku zavora i da ga preuzimaju samo zavori paralelni sa smjerom djelovanja smične sile [5].

$$\tau_{\text{IIzav2}} = \frac{F_{\text{av}}}{A_{\text{IIzav2}}} \quad (67)$$

$$A_{\text{IIzav2}} = 2 \cdot (50 \cdot 3) + 2 \cdot (55 \cdot 3) = 630 \text{ mm}^2 \quad (68)$$

$$\tau_{\text{IIzav2}} = 19,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_{\text{dop}} = 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (69)$$

4.8. Proračun zavora glavine centralnog svornjaka



Slika 19. Sila na centralni svornjak

$$\Sigma M_A = 0 \quad (70)$$

$$G \cdot 981 - F_{vs} \cdot 648 = 0 \quad (71)$$

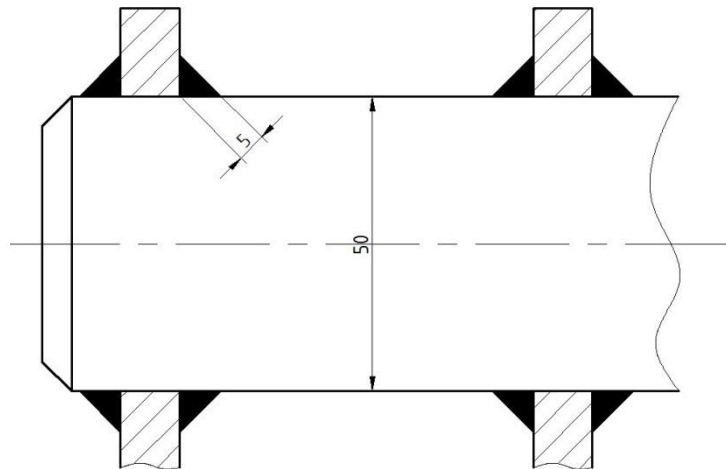
$$F_{vs} \approx 12110 \text{ N} \quad (72)$$

$$\tau_{\text{Izav3}} = \frac{F_{vs}}{A_{\text{Izav3}}} \quad (73)$$

$$A_{\text{Izav3}} = 2 \cdot (42 \cdot 5) = 420 \text{ mm}^2 \quad (74)$$

$$\tau_{\text{Izav3}} = 28,84 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (75)$$

4.9. Proračun zavora limova na centralni svornjak



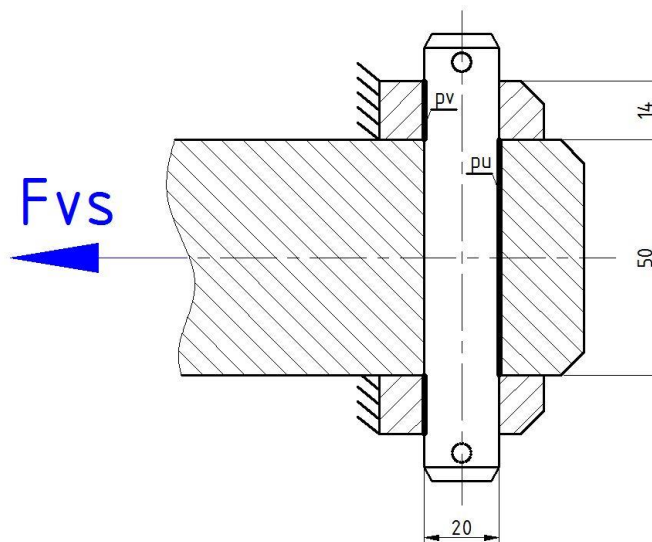
Slika 20. Prikaz zavora limova na svornjak

$$\sigma_{zavL2} = \frac{F_{VS}}{A_{zavs}} \quad (76)$$

$$A_{zavs} = 4 \cdot 5 \cdot (50 + 5) \cdot \pi \approx 3456 \text{ mm}^2 \quad (77)$$

$$\sigma_{zavL2} = 3,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{dop} = 270 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (78)$$

4.10. Proračun svornjaka S1



Slika 21. Sila na svornjak

Tlakovi

$$p_v = \frac{F_{vs}}{A_{sv}} \quad (79)$$

$$A_{sv} = 2 \cdot (14 \cdot 20) = 560 \text{ mm}^2 \quad (80)$$

$$p_v = 21,63 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq p_{\text{dop}} = 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (81)$$

$$p_u = \frac{F_{vs}}{A_{su}} \quad (82)$$

$$A_{sv} = 50 \cdot 20 = 1000 \text{ mm}^2 \quad (83)$$

$$p_v = 12,11 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq p_{\text{dop}} = 24 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (84)$$

Savojno naprezanje

$$\sigma_{fs} = \frac{0,5 \cdot F_{vs} \cdot 0,5 \cdot a}{0,1 \cdot d_{sv}^3} \quad (85)$$

$$a = 14 \text{ mm} \quad (86)$$

$$d_{sv} = 20 \text{ mm} \quad (87)$$

$$\sigma_{fs} = 52,98 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 134 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (88)$$

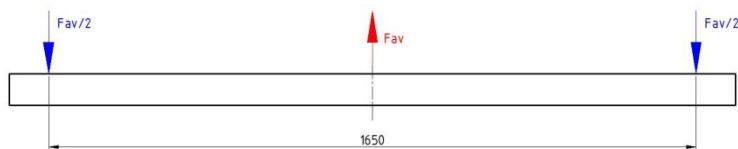
Naprezanje na odrez

$$\tau_{sv} = \frac{F_{vs}}{2A_{sv}} \quad (89)$$

$$A_{sv} = \frac{d_{sv}^2 \pi}{4} = 314,15 \text{ mm}^2 \quad (90)$$

$$\tau_{sv} = 19,27 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \tau_{\text{dop}} = 74 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (91)$$

4.11. Proračun naprezanja i progiba grede G2



Slika 22. Proračunski model grede

Maksimalno naprezanje

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_g} \quad (92)$$

$$M_{\max} = \frac{F_{AV} \cdot l_g}{4} \quad (93)$$

$$l_g = 1650 \text{ mm} \quad (94)$$

$$M_{\max} = 5156250 \text{ Nmm} \quad (95)$$

$$W_g = 32,86 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \quad (96)$$

$$\sigma_{\max} = 156,92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{ZADOVOLJAVA} \quad (97)$$

Progib

$$f = \frac{F_{AV} \cdot l_g^3}{48EI_g} \quad (98)$$

$$E = 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (99)$$

$$I_g = 131,44 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad (100)$$

$$f = 4,24 \text{ mm} \quad (101)$$

4.12. Proračun i odabir cilindra C1

Zahtjev za potrebnim hodom cilindra definiran je veličinom objekta koji je potrebno prihvatiti. U ovom slučaju za prihvat većine uvlačnih kanala dovoljan je cilindar hoda 200mm. Odabir cilindra se vrši iz kataloga standardnih cilindara tvrtke Interfluid Hydraulics Ltd.

STANDARD PIN MOUNT HYDRAULIC CYLINDERS

This range of cylinders is generally ex-stock and available for next day delivery.

Maximum working pressure 210 bar.
Test pressure 300 bar unless otherwise stated.
All cylinders can be used as Double Acting OR Single Acting pull / Single Acting push. Cylinders can be supplied with sintered bronze breathers fitted to ports for single acting applications.
Cylinder material: ST52.3 DOM and CDS tube DIN2393 I.S.O. H8 & H9
Rod material: Standard Grade EN8 DIN UNI CK45, Hard Chrome Plated, minimum 25 microns
Data given illustrates standard sizes. Bespoke manufacturing options are always available, call or email for further details.

Order Code	Bore	Rod	O.D.	Stroke	Z	E	H	M	L	L1	F	G	KG	Price
HFR0160050				50	160								1.00	£51.52
HFR0160100				100	210								1.20	£54.04
HFR0160150				150	260								1.40	£60.48
HFR0160200				200	310								1.70	£62.40
HFR0200050				50	205								1.70	£60.88
HFR0200100				100	255								2.10	£63.25
HFR0200150				150	305								2.40	£64.70
HFR0200200				200	355								2.80	£68.94
HFR0200250				250	405								3.10	£70.62
HFR0200300				300	455								3.50	£72.56
HFR0200400				400	555								4.20	£78.87
HFR0200500				500	655								4.80	£82.46
NFR1250100				100	270								3.00	£69.00
NFR1250150				150	320								3.40	£71.88
NFR1250200				200	370								3.90	£74.79
NFR1250250				250	420								4.40	£77.67
NFR1250300				300	470								4.80	£80.57
NFR1250400				400	570								5.80	£86.35
NFR1250500				500	670								6.70	£92.14
NFR1250600				600	770								7.60	£97.89
NFR1250700				700	870								8.60	£103.69
NFR1250800				800	970								9.50	£109.48
NFR2300100				100	300								4.40	£84.66
NFR2300150				150	350								5.00	£88.31
NFR2300200				200	400								5.60	£91.95
NFR2300250				250	450								6.20	£95.62
NFR2300300				300	500								6.90	£99.26
NFR2300400				400	600								8.10	£106.55
NFR2300500				500	700								9.30	£113.85
NFR2300600				600	800								10.50	£121.18
NFR2300700				700	900								11.80	£128.46
NFR2300800				800	1000								13.00	£135.75
NFR2300900				900	1100								14.20	£143.03
NFR2301000				1000	1200								15.50	£150.35
NFR3300100				100	300								5.60	£97.12
NFR3300150				150	350								6.30	£100.98
NFR3300200				200	400								7.00	£104.83
NFR3300250				250	450								7.70	£108.69
NFR3300300				300	500								8.30	£112.54
NFR3300350				350	550								9.00	£116.39
NFR3300400				400	600								9.70	£120.25
NFR3300450				450	650								10.40	£124.10
NFR3300500				500	700								11.00	£127.96
NFR3300600				600	800								12.40	£135.64
NFR3300700				700	900								13.70	£143.32

All data is given in good faith but without responsibility and may be subject to change without notice, all dimensions in mm

Interfluid Hydraulics Ltd
Units 26/3 Greenhill works
Delaware Rd
Gunnislake
Cornwall
PL18 9AS

Tel: +44 (0) 1822 833111
Fax: +44 (0) 1822 833397
Email: sales@interfluid.co.uk
Web: interfluid.co.uk

Download

Scan this code above

Any Questions ?

If you would like more information, technical assistance or to place an order please,
Call us on +44 (0) 1822 833111
or e-mail sales@interfluid.co.uk

Slika 23. Katalog standardnih cilindara

Nakon odabira cilindra potrebno je provjeriti silu koju cilindar može ostvariti.

Sila u cilindru

$$F_{CIL} = \frac{\pi}{4} (B^2 - R^2) \cdot p \quad (102)$$

$$p = 210 \text{ bar} = 21 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (103)$$

$$B = 40 \text{ mm} \quad (104)$$

$$R = 25 \text{ mm} \quad (105)$$

$$F_{CIL} = 16081 \text{ N} \geq F_{AV} = 12500 \text{ N} \quad (106)$$

Odabrani cilindar NFR1250200 zadovoljava.

Kod cilindara za pomicanje klizača nije bitna sila koju je moguće ostvariti pa se izbor cilindra vrši samo na temelju potrebnog hoda koji iznosi 200mm.

Temeljem gore navedenog zahtjeva, odabran je cilindar HFR0160050.

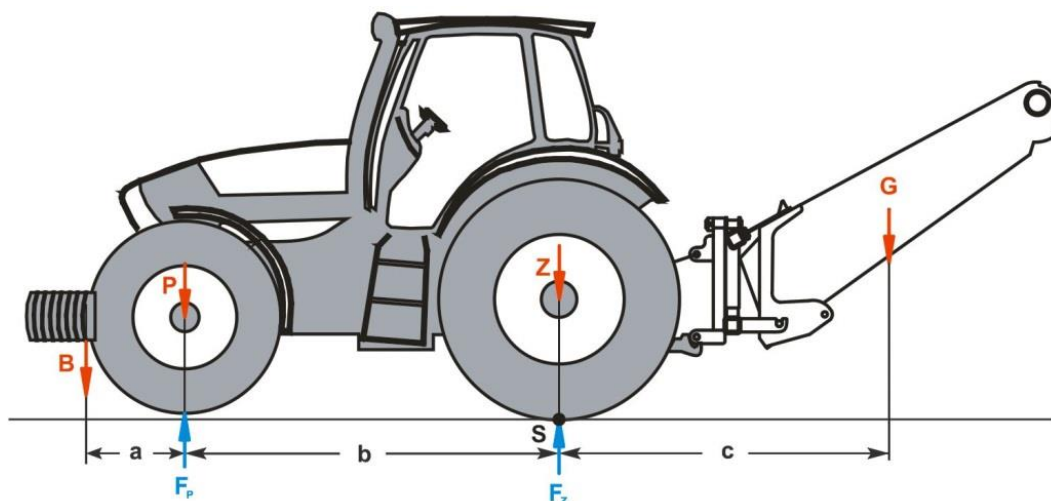
4.13. Nosivi trokut za spajanje s traktorom

Kritične dimenzije nosivog trokuta su odabrane prema normi ISO730-1:1994 za kategoriju traktora III pa ih stoga nije potrebno provjeravati.

4.14. Proračun stabilnosti traktora

Zbog relativno velike mase uvlačnog kanala koja se nalazi na relativno velikoj udaljenosti od stražnje osovine traktora, postoji opasnost od prevrtanja traktora. Zbog toga je potrebno izvršiti proračun stabilnosti i mase potrebnog balasta na prednjem kraju traktora.

Kao referentni traktor odabran je Deutz - Fahr Agrotron 150 zbog svoje rasprostranjenosti među gospodarstvima koja imaju potrebu za ovakvom vrstom priključka.



Slika 24. Prikaz modela za proračun stabilnosti

Prema normi EN 12525:2000+A2 preporuka je da minimalno 20% ukupne mase traktora sa svim priključcima i balastom ostane na prednjoj osovini kako bi bilo osigurano upravljanje i kočenje prilikom uporabe traktora.

$$a = 600 \text{ mm} \quad (107)$$

$$b = 2647 \text{ mm} \quad (108)$$

$$c = 2420 \text{ mm} \quad (109)$$

$$B = 100 \text{ kg} \quad (110)$$

$$G = 800 \text{ kg} \quad (111)$$

$$P = 2457 \text{ kg} \quad (112)$$

$$Z = 3003 \text{ kg} \quad (113)$$

$$\Sigma M_s = 0 \quad (114)$$

$$B \cdot (a + b) + P \cdot b - G \cdot c - F_p \cdot b = 0 \quad (115)$$

$$F_p = 1851 \text{ kg} \quad (116)$$

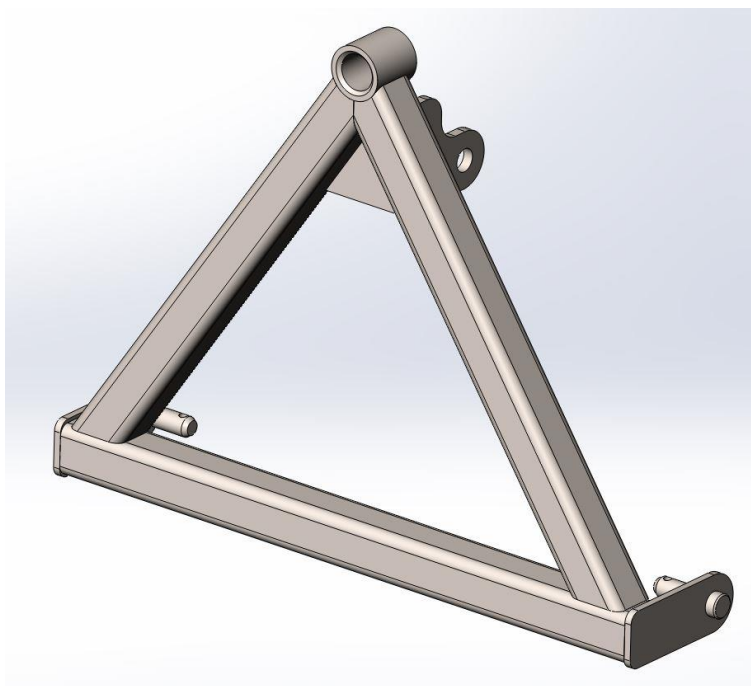
$$F_{p,\%} = \frac{F_p \cdot 100}{B + G + P + Z} = 29\% \quad (117)$$

Gore navedeni traktor moguće je naručiti s različitom količinom prednjih utega od minimalno 100kg do maksimalno 1000kg. Proizvođač standardno isporučuje minimalni uteg mase 100kg pa je prema takvoj konfiguraciji traktora izvršen proračun stabilnosti. Tako opterećen traktor u potpunosti zadovoljava uvjete stabilnosti navedene u normi EN 12525:2000+A2.

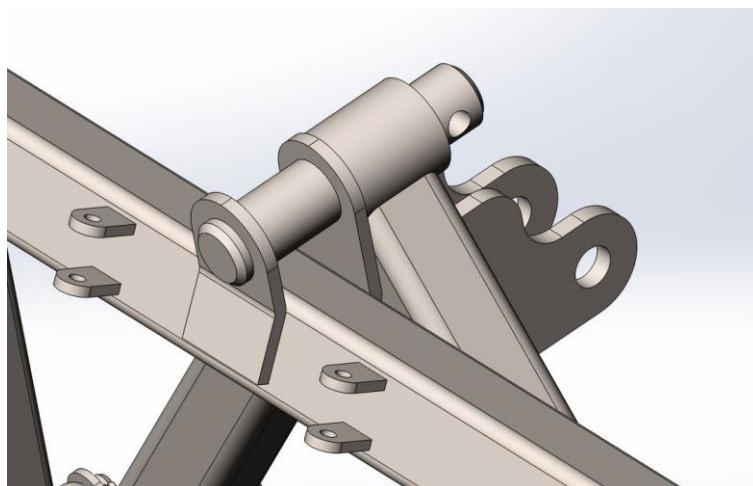
SKLAPANJE URĐAJA

Sklapanje ovoga uređaja vrši se u fazama koje će biti prikazane na sljedećim slikama.

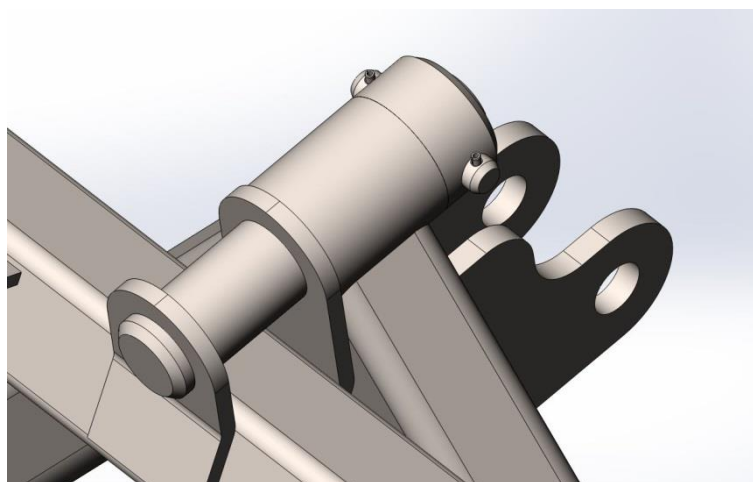
Sklapanje kreće od nosivog trokuta Slika 25. na koji se priključuje greda G1 Slika 26. Kada se nosivi trokut i greda G1 spoje, od rastavljanja se osiguravaju umetanjem svornjaka kroz glavinu i svornjak grede G1. Detalj navedenog spoja prikazan je na Slika 27. Sljedeći korak montaže je navlačenje klizača na gredu G1 i spajanje istih na gredu G1 pripadnim cilindrima putem svornjaka Slika 28. Nakon toga, sklopu se dodaje greda G2 koja je na sklop vezana preko centralnog cilindra, a veze između cilindra i grede se ostvaruju svornjacima Slika 29. Na gredu G2 se navlače klizači koji se priključuju na gredu odgovarajućim cilindrima, a veze između cilindra i grede i klizača, ostvaruju se svornjacima Slika 30. Završni korak sklapanja uređaja je montaža tzv. stabilizatora koji onemogućuje slobodno zakretanje uređaja oko centralnog svornjaka Slika 31. Svi svornjaci od ispadanja osigurani su opružnim zaticima.



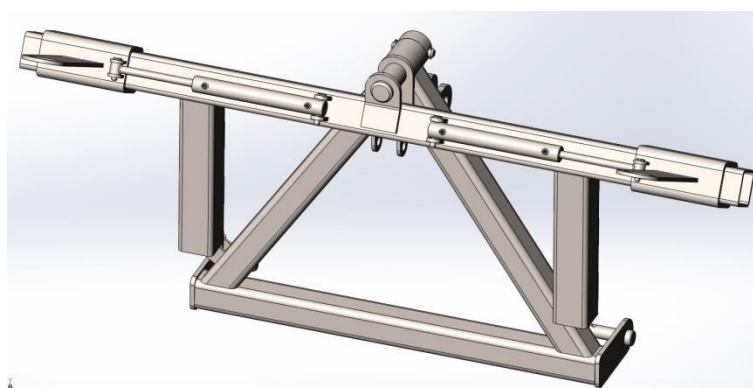
Slika 25. Nosivi trokut



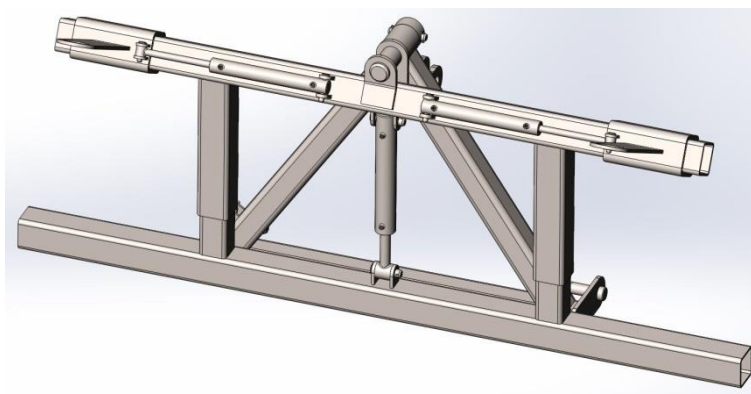
Slika 26. Spoj nosivog trokuta i grede G1



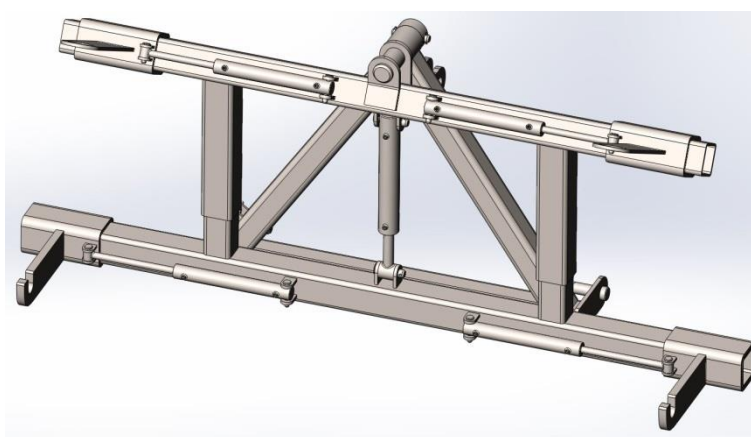
Slika 27. Detalj spoja



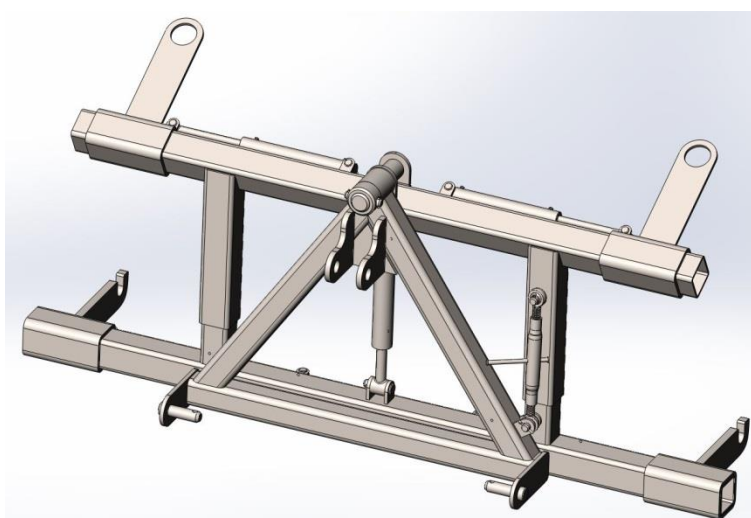
Slika 28. Sklop s dodanim klizačima i pripadnim cilindrima



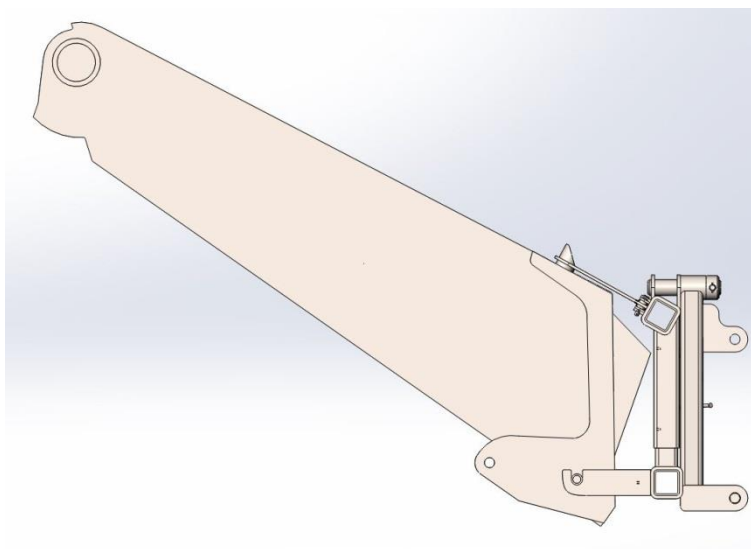
Slika 29. Sklop s montiranom gredom G2



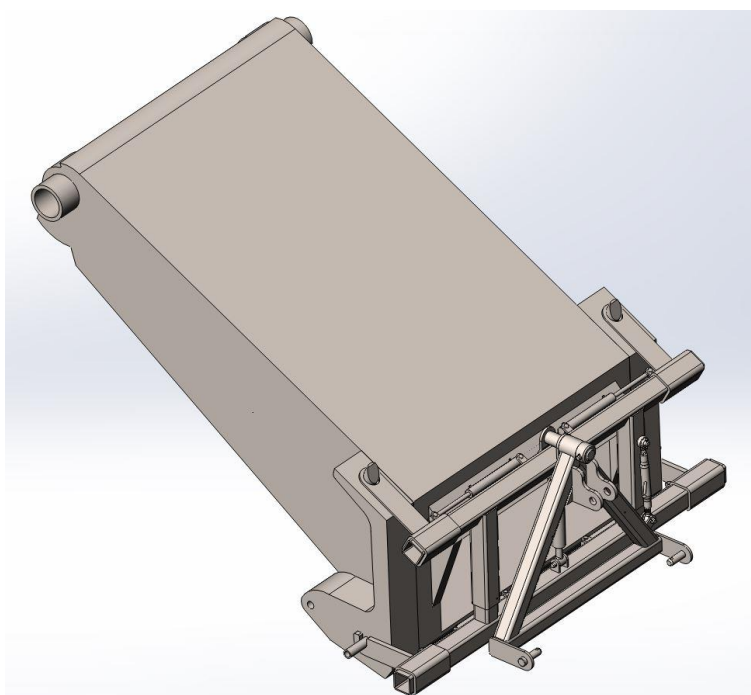
Slika 30. Sklop s dodanim klizačima i pripadnim cilindrima na gredu G2



Slika 31. Prikaz sklopa s dodanim tzv. stabilizatorom



Slika 32. Prikaz sklopa i uvlačnog kanala na njemu - bokocrt



Slika 33. Prikaz sklopa i uvlačnog kanala na njemu - izometrija

ZAKLJUČAK

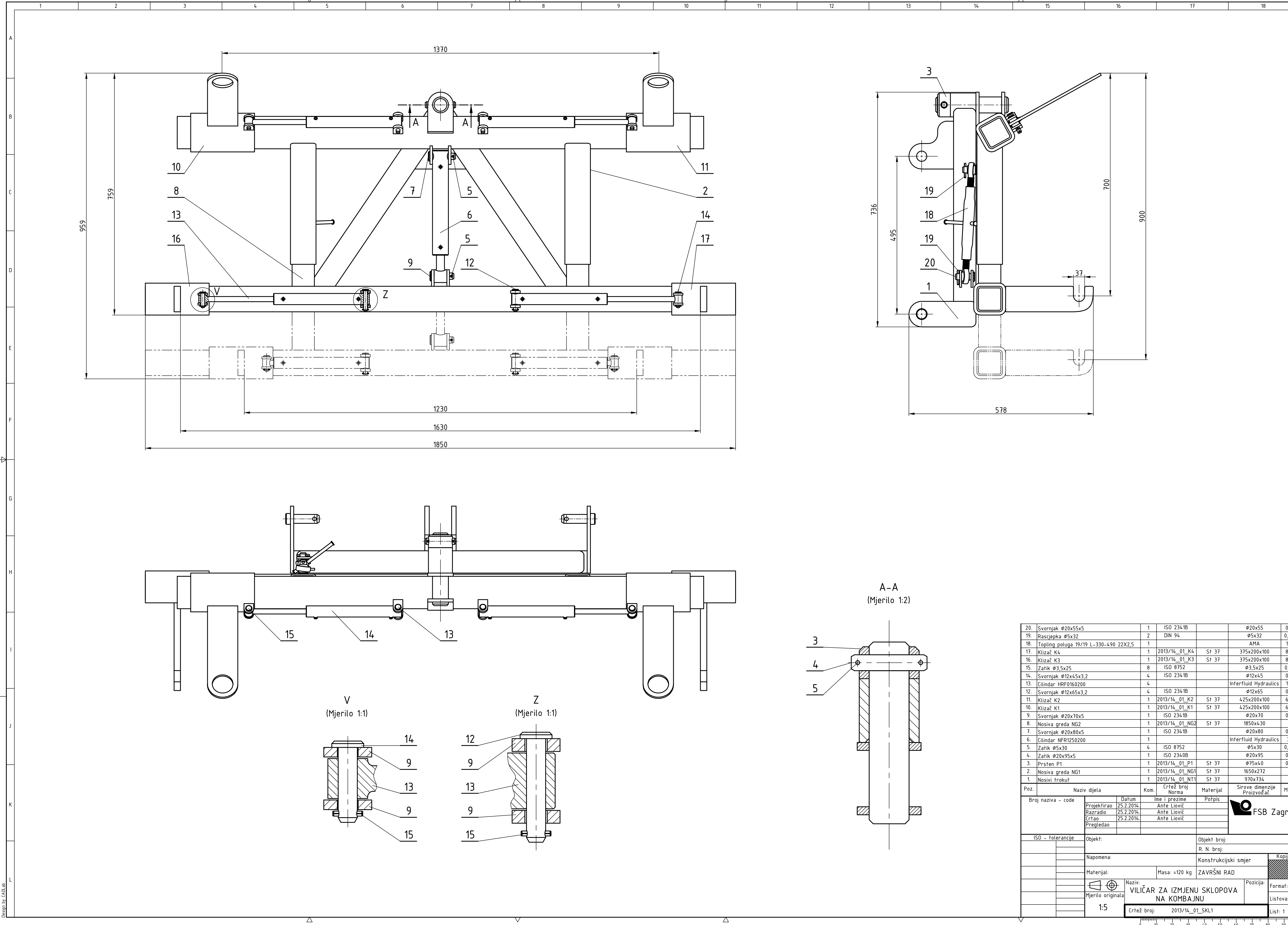
U ovom radu prikazana je posebna izvedba traktorskog viličara koja služi za brzu i efikasnu izmjenu sklopova na žitnim kombajnim. Analizom tržišta ustanovljeno je da na tržištu nema sličnih proizvoda što je posljedica razlike u obavljanju servisnih djelatnosti u razvijenim zemljama i zemljama sa nižim stupnjem tehnološke opremljenosti poljoprivrednika. U razvijenim zemljama kombajni prije sezone idu u servisne radionice na generalni pregled i pripremu za nadolazeće poslove. Na našem tržištu zbog lošijeg financijskog stanja poljoprivrednika, kombajni se ne voze u servisne radionice nego se prema potrebi na terenu rastavljaju kako bi se moglo zamjeniti potrebne djelove. Kako su u pitanju velike mase djelova tako postoji i potreba za ovakvom napravom. Tijekom konstrukcije i razrade vođena je briga o djelatnicima koji će koristiti samu napravu te je ona konstruirana kako bi imala što manju masu i bila što jednostavnija za uporabu. Rezultat konstruiranja i razrade je prikazana naprava koju je jednostavno rastaviti na tri cjeline čije pojedinačne mase ne prelaze 35kg što znači da ih može prenositi jedan čovjek bez opasnosti za zdravlje. Također je važno napomenuti da postoji svega tri grupe pomičnih dijelova što znači da su rukovanje i održavanje maksimalno pojednostavljeni.

LITERATURA

- [1] ASAE S217.12 DEC01, (ISO+730-1:1994) Three-Point Free-Link Attachment for Hitching Implements to Agricultural Wheel Tractors.
- [2] Ščap, D.: Prenosila i dizala, FSB, 1990.
- [3] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 1970.
- [4] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [5] Herold, Z.: Stezni i zavareni spoj, Zagreb, 1998.
- [6] EN 12525:2000+A2:2010

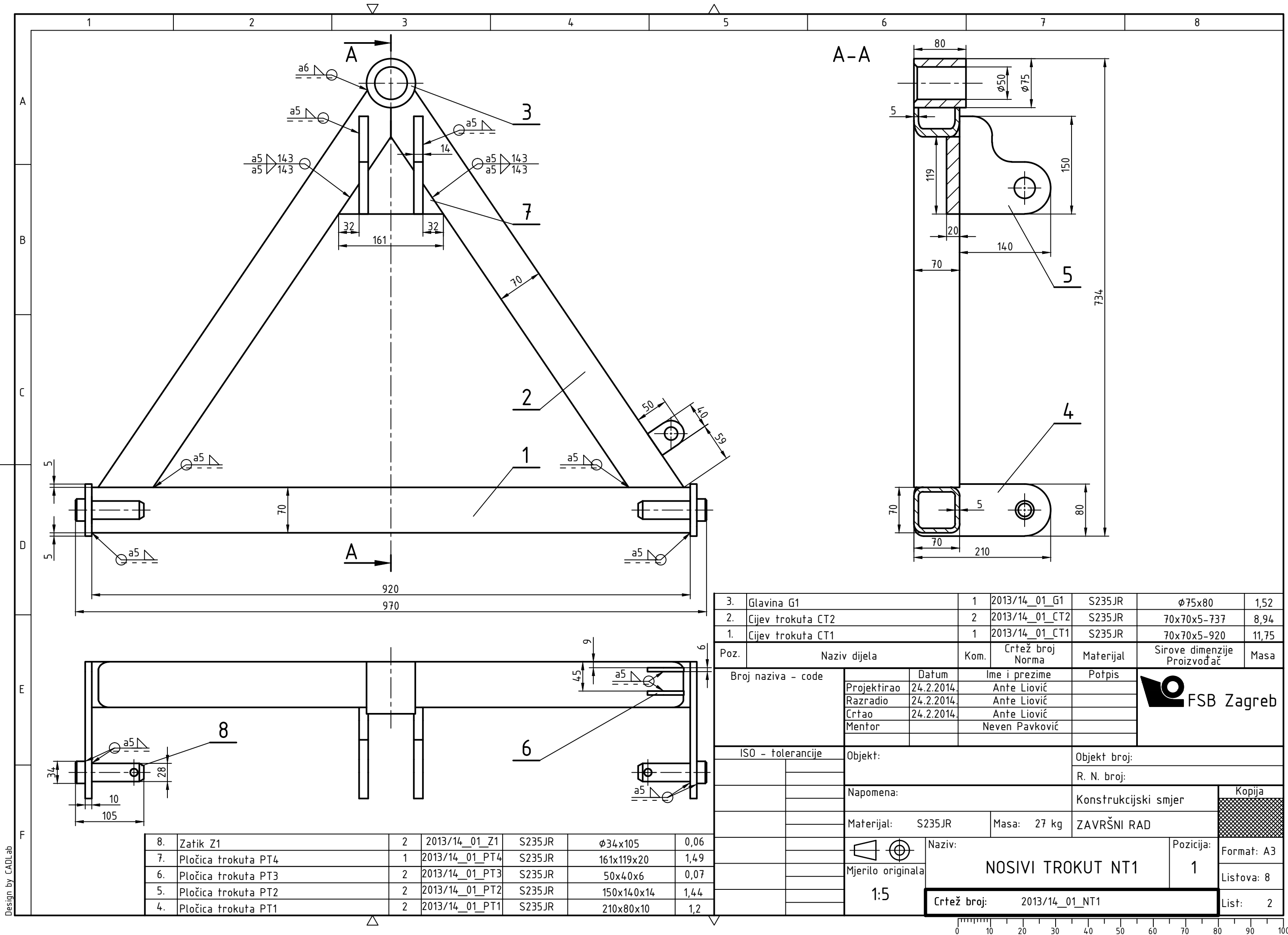
PRILOZI

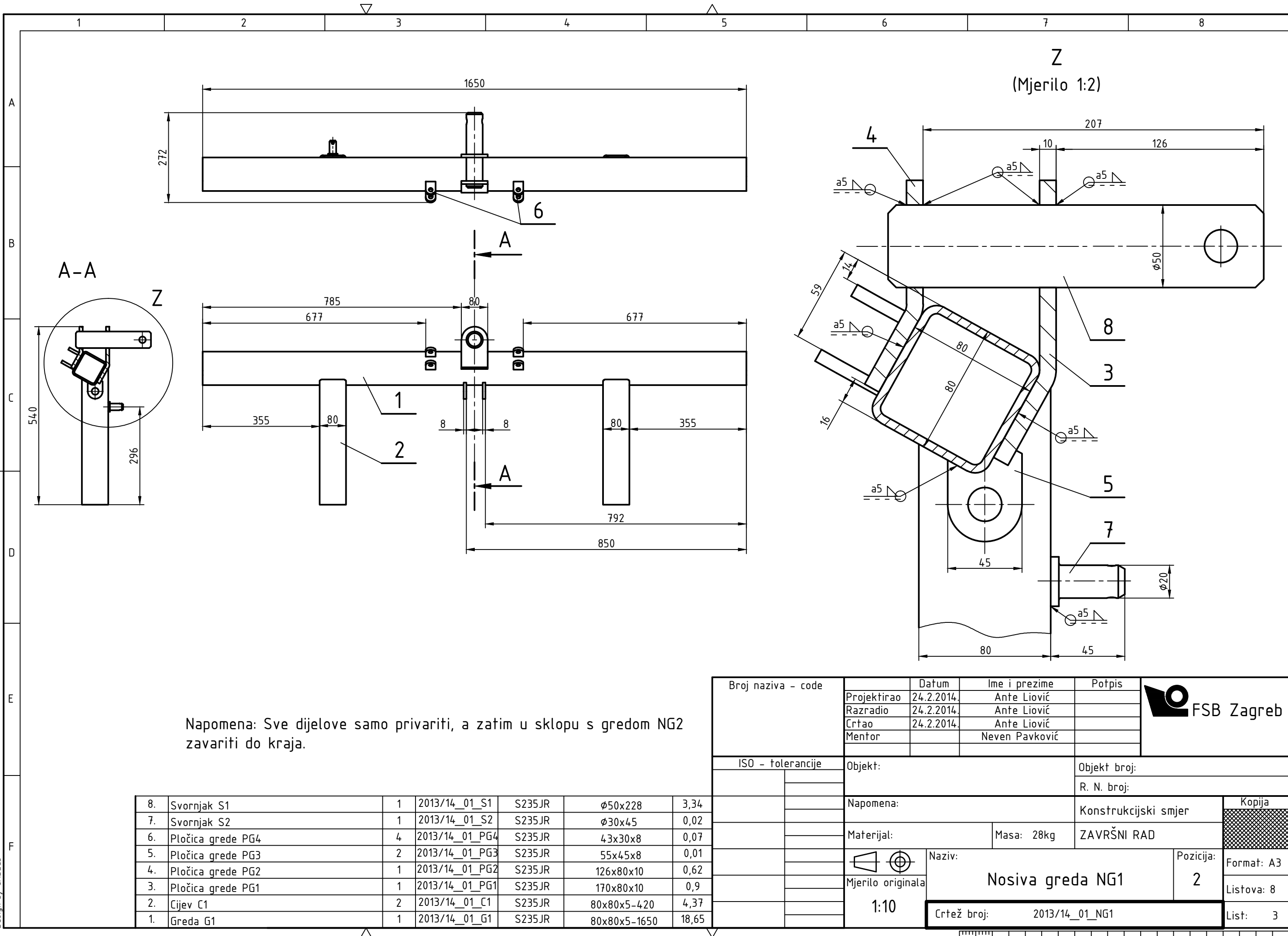
- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija



20.	Svornjak $\varnothing 20 \times 55 \times 5$	1	ISO 2341B		$\varnothing 20 \times 55$	0,02
19.	Rascjepka $\varnothing 5 \times 32$	2	DIN 94		$\varnothing 5 \times 32$	0,003
18.	Topling poluga 19/19 L-330-490 22X2,5	1			AMA	1,03
17.	Klizač K4	1	2013/14_01_K4	St 37	375x200x100	8,32
16.	Klizač K3	1	2013/14_01_K3	St 37	375x200x100	8,32
15.	Zatik $\varnothing 3,5 \times 25$	8	ISO 8752		$\varnothing 3,5 \times 25$	0,001
14.	Svornjak $\varnothing 12 \times 45 \times 3,2$	4	ISO 2341B		$\varnothing 12 \times 45$	0,02
13.	Cilindar HRF0160200	4			Interfluid Hydraulics	1,00
12.	Svornjak $\varnothing 12 \times 65 \times 3,2$	4	ISO 2341B		$\varnothing 12 \times 65$	0,02
11.	Klizač K2	1	2013/14_01_K2	St 37	425x200x100	6,96
10.	Klizač K1	1	2013/14_01_K1	St 37	425x200x100	6,96
9.	Svornjak $\varnothing 20 \times 70 \times 5$	1	ISO 2341B		$\varnothing 20 \times 70$	0,03
8.	Nosiva greda NG2	1	2013/14_01_NG2	St 37	1850x430	25
7.	Svornjak $\varnothing 20 \times 80 \times 5$	1	ISO 2341B		$\varnothing 20 \times 80$	0,03
6.	Cilindar NFR1250200	1			Interfluid Hydraulics	3,9
5.	Zatik $\varnothing 5 \times 30$	4	ISO 8752		$\varnothing 5 \times 30$	0,003
4.	Zatik $\varnothing 20 \times 95 \times 5$	1	ISO 2340B		$\varnothing 20 \times 95$	0,03
3.	Prsten P1	1	2013/14_01_P1	St 37	$\varnothing 75 \times 40$	0,68
2.	Nosiva greda NG1	1	2013/14_01_NG1	St 37	1650x272	28
1.	Nosivi trokut	1	2013/14_01_NT1	St 37	970x734	27

Poz.	Naziv dijela	Kom.	Crtež broj Norma	Materijal	Sirove dimenzije Proizvođač	Masa
Broj naziva - code						
	Projektirao	Datum	Ime i prezime		Potpis	
	Razradio	25.2.2014.	Ante Liović			
	Crtao	25.2.2014.	Ante Liović			
	Pregledao					
ISO - tolerancije			Objekt:		Objekt broj:	
			R. N. broj:			
	Napomena:			Konstrukcijski smjer		Kopija
	Materijal:			Masa: ≈ 120 kg		ZAVRŠNI RAD
	Naziv:			VILIČAR ZA IZMJENU SKLOPOVA NA KOMBAJNU		Pozicija:
	Mjerilo originala			1:5		Format: A1
	Crtež broj:			2013/14_01_SKL1		Listova: 7
						List: 1

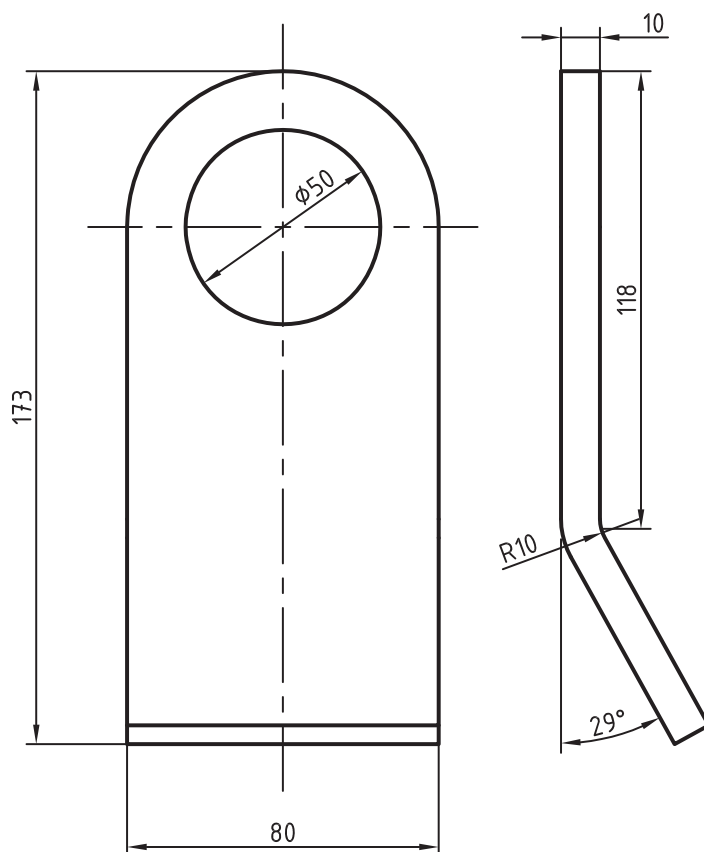



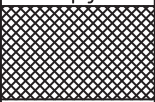



Napomena: Sve dijelove samo privariti, a zatim u sklopu s gredom NG2 zavariti do kraja.

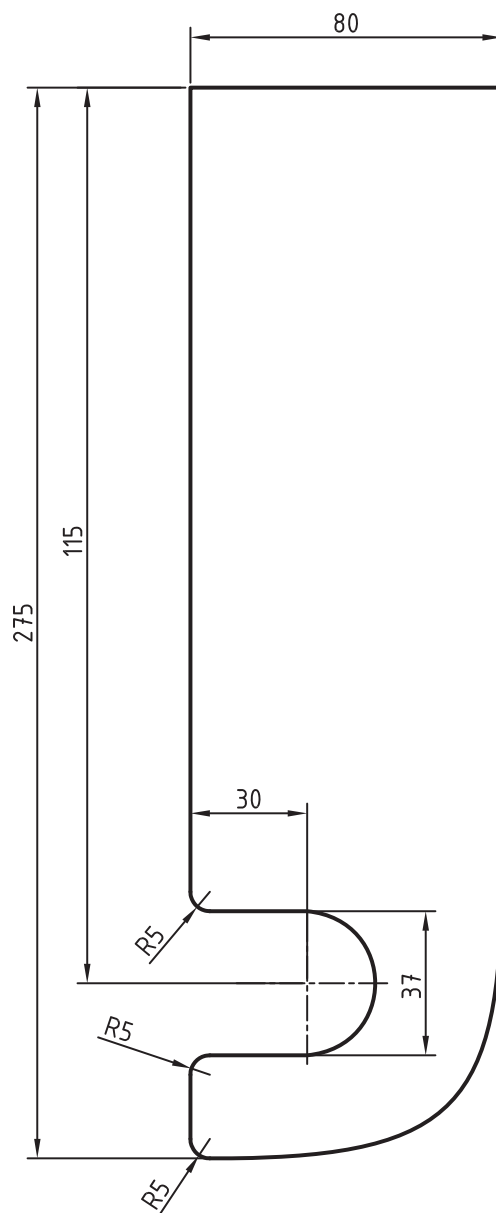
Broj naziva - code	Projektirao		24.2.2014.	Ante Liović	Potpis	 FSB Zagreb
	Razradio		24.2.2014.	Ante Liović		
	Crtao		24.2.2014.	Ante Liović		
	Mentor			Neven Pavković		
ISO - tolerancije		Objekt:			Objekt broj:	
					R. N. broj:	
		Napomena:			Konstrukcijski smjer	Kopija
		Materijal:			Masa: 28kg	ZAVRŠNI RAD
			Naziv:			Pozicija:
		Mjerilo originala	Nosiva greda NG1			2
		1:10	Crtež broj: 2013/14_01_NG1			Listova: 8
						List: 3


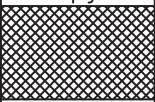
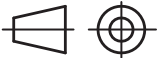
debljina $t=10\text{mm}$



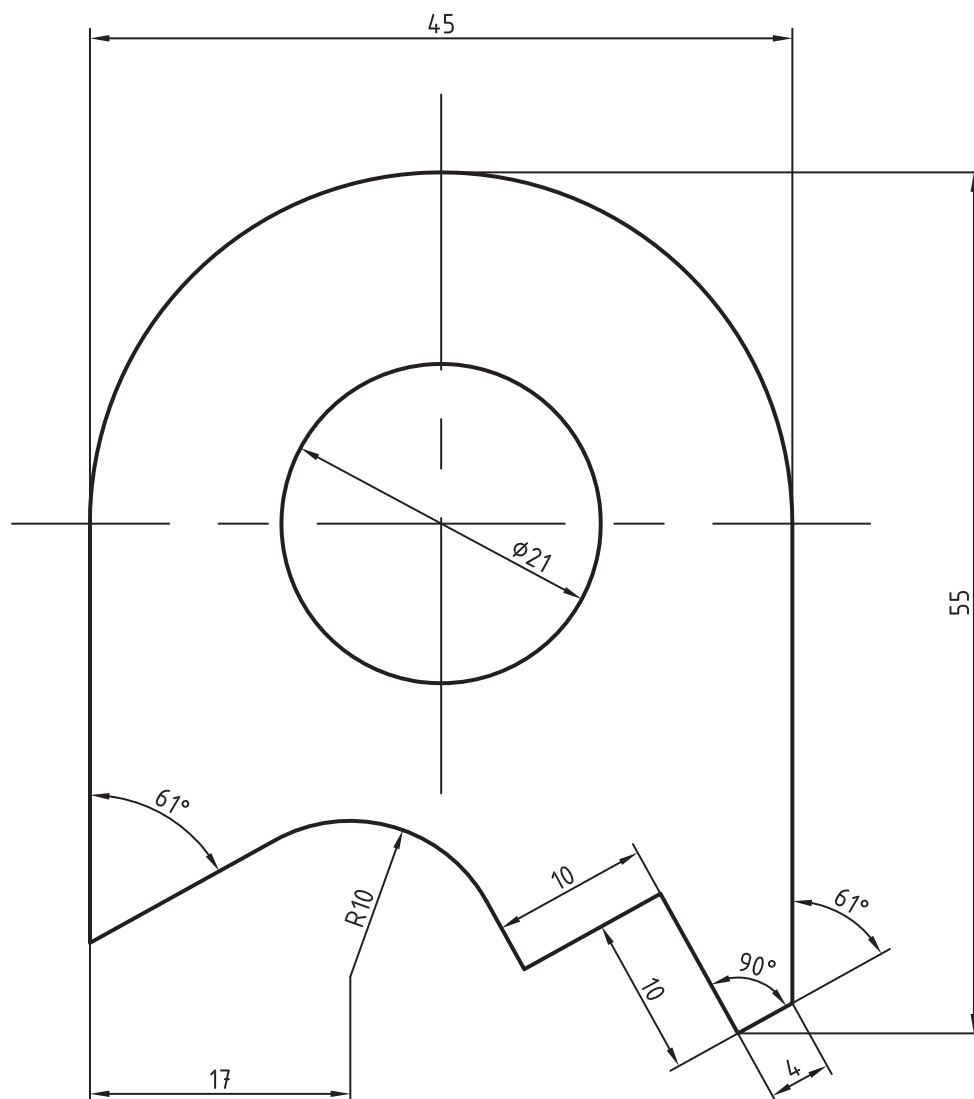
	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	25.2.2014.	Ante Liović		
Razradio	25.2.2014.	Ante Liović		
Crtao	25.2.2014.	Ante Liović		
Mentor		Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: St 37		Masa: 0,9 kg	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv:		Pozicija:	
	Pločica grede PG1			
Mjerilo originala		Crtež broj: 2013/14_01_PG1		Format: A4
1:2				Listova: 8
				List: 5


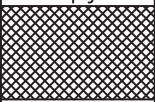

debljina $t=20\text{mm}$

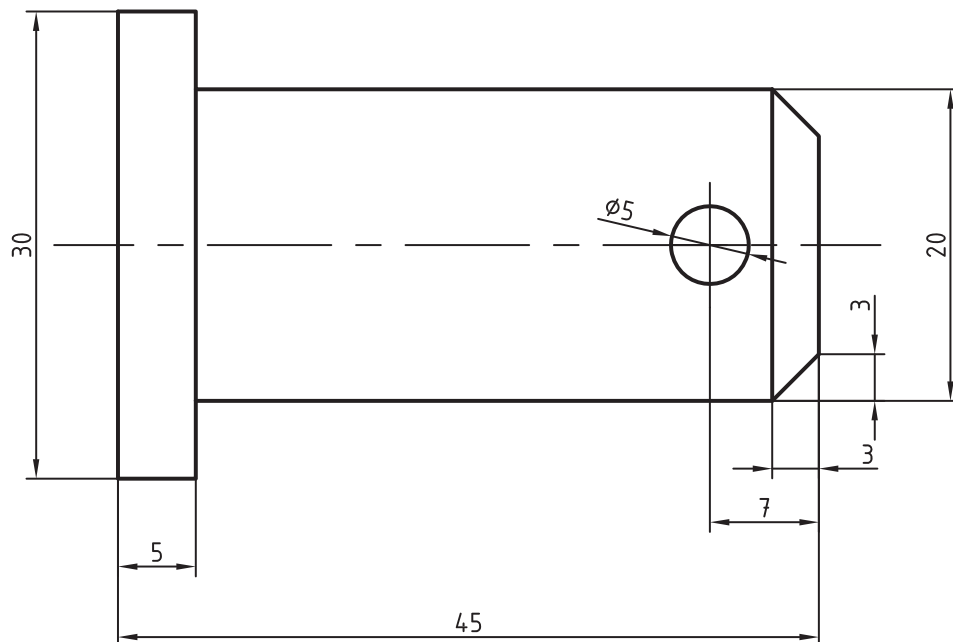



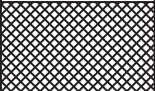

	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	22.2.2014.	Ante Liović		
Razradio	25.2.2014.	Ante Liović		
Crtao	25.2.2014.	Ante Liović		
Mentor		Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Konstrukcijski smjer	Kopija
Materijal: St 37		Masa: 3,1 kg	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv:		Pozicija:	
	Mjerilo originala			
1:2		Crtež broj: 2013/14_01_P1		Format: A4 Listova: 8 List: 6

debljina $t=8\text{mm}$



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb	
Projektirao	25.2.2014.	Ante Liović			
Razradio	25.2.2014.	Ante Liović			
Crtao	25.2.2014.	Ante Liović			
Mentor		Neven Pavković			
Objekt:			Objekt broj:		
			R. N. broj:		
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija	
Materijal: St 37		Masa: 0,01 kg	ZAVRŠNI RAD		
		Naziv:			Pozicija:
Mjerilo originala		Pločica grede PG3			Format: A4
2:1		Crtež broj: 2013/14_01_PG3		Listova: 8	
				List: 7	



	Datum	Ime i prezime	Potpis	 FSB Zagreb
Projektirao	25.2.2014.	Ante Liović		
Razradio	25.2.2014.	Ante Liović		
Crtao	25.2.2014.	Ante Liović		
Mentor		Neven Pavković		
Objekt:			Objekt broj:	
			R. N. broj:	
Napomena:			Konstruktivski smjer	Kopija
Materijal: St 37		Masa: 0,01 kg	ZAVRŠNI RAD	
	Naziv:		Pozicija:	
	Svornjak S2		Format: A4	
Mjerilo originala	Crtež broj: 2013/14_01_S2			Listova: 8
2:1				List: 8